

一般社団法人
日本建設機械施工協会誌（Journal of JCMA）

2016

建設機械施工 **2**

Vol.68 No.2 February 2016（通巻792号）

特集

自然再生 自然景観



1970年当時



日本万国博覧会記念公園の
40年間にわたる自然再生の取り組み

巻頭言 自然再生の今後の展望

技術報文

- 生物多様性評価ツールの開発と展開
- 生態系との共存を実現する「多摩ニュータウン東山」での街づくり
- 日本万国博覧会記念公園の40年間にわたる自然再生の取り組み
- 歴史的文化的財の景観復元への取り組み
- 高速道路緑化と生物多様性の取り組み 他

JCMA報告

平成27年度 一般社団法人日本建設機械施工協会研究開発助成

行政情報

- 生物多様性条約における民間参画への取組と期待
- 『自然再生士』資格制度と生物多様性の保全推進

交流の広場

急速充電対応型電池推進船の開発

統計

平成27年 建設業の業況

一般社団法人 日本建設機械施工協会

KOBELCO

低燃費のコベルコ!
低炭素社会の実現へ

KOBELCO

低燃費の進化は、止まらない。

進化は、大胆に。次世代テクノロジーを結集した、コベルコの「新世機」。
燃費の限界を超えて、低燃費の最先端へ。

AGERA
Geospec SK200

−18%の低燃費^{※1}で、新登場。

新開発エンジンを搭載し、ECOモードで最大約18%の燃費を低減^{※1}。3つのカメラで約270°の後方視界を提供する「イーグルアイビュー」
を新採用^{※2}。さらに、カーナビのように掘削作業をナビゲーションしてくれる「ホルナビ」を新規設定^{※2}。
大胆な進化を遂げた、コベルコの次世代マシン。

※1. 従来機Sモード比/新ECOモード ※2. オプション設定



コベルコ建機株式会社

東京本社 / 〒141-8626 東京都品川区北品川 5-5-15 ☎03-5789-2111

www.kobelco-kenki.co.jp

平成28年度建設機械施工技術検定試験の ご 案 内

平成28年度1・2級建設機械施工技術検定試験(建設業法に基づく建設機械施工技士の国家試験)を以下のとおり実施いたします。

この試験は、建設事業の建設機械施工に係る知識や技術力を問うものです。

概要は以下のとおりです。なお、平成28年度より、試験実施年度末(平成29年3月31日)の時点で17歳以上となる方は、実務経験や学歴に関係なく2級の学科試験のみ(以下、「2級(学科試験のみ)」)を受検することができます。詳しくは、当協会ホームページをご覧ください。又は電話でお問合せください。

平成28年2月

1. 申込み方法

受検申込みに必要な用紙が添付されている「受検の手引」を当協会等(裏面の一覧表参照)から購入の上申込み願います。

販売期間：平成28年2月1日(月)から4月4日(月)
(但し、郵送での販売は3月25日(金)まで)

代 金：1級600円、2級500円(いずれも1組(申込用紙及び受検の手引)当たり)(なお、郵送希望の場合は送料共1級850円、2級750円(必ずゆうちょ銀行の定額小為替使用のこと))
※2級(学科試験のみ)は、上記2級と同じです。
※2部以上を郵送希望の場合は送料が異なりますので、お問合せください。

2. 申込み受付期間

平成28年3月4日(金)から4月4日(月)まで
※簡易書留郵便とし、締切日(4月4日(月))までの消印のあるものが有効

3. 試験日

学科試験：平成28年6月19日(日)

実地試験：平成28年8月下旬から9月中旬

※実地試験は、学科試験合格者のみ受検でき、日程は8月上旬に通知いたします。

※2級(学科試験のみ)の合格者は、同年度に実地試験を受検できません。

4. 受験手数料

1級学科試験：10,100円

2級学科試験：1種別につき10,100円(2種別は2倍)

2級(学科試験のみ)：1種別につき10,100円(2種別は2倍)

1級実地試験：

操作施工法2科目と組合せ施工法の場合 27,800円

操作施工法1科目と組合せ施工法の場合 21,400円

組合せ施工法のみの場合 15,000円

2級実地試験：1種別につき21,600円(2種別は2倍)

※諸般の情勢により、上記手数料は変更となる可能性があります。

5. 受検資格

学歴等の資格区分に応じ概ね下表にあるような実務経験年数が必要となります(2級(学科試験のみ)は除く)。詳しくはお問合せ願います。

学歴等の資格区分		1級(必要な実務経験年数)	2級(必要な実務経験年数)
・大学卒業者	指 定 学 科	3 年 以 上	1 年 以 上
・高度専門士	指定学科以外	4 年 6 月 以 上	1 年 6 月 以 上
・短大卒業者	指 定 学 科	5 年 以 上	2 年 以 上
・高専卒業者	指定学科以外	7 年 6 月 以 上	3 年 以 上
・専 門 士	指 定 学 科	1 0 年 以 上	3 年 以 上
・高校卒業者	指定学科以外	1 1 年 6 月 以 上	4 年 6 月 以 上
・専門学校卒業者	指 定 学 科	1 5 年 以 上	8 年 以 上
その 他 の 者	-	1 5 年 以 上	8 年 以 上
資格取得者級	2・高校卒業者	指 定 学 科	通 算 8 年 以 上
	・専門学校卒業者	指定学科以外	-
	その他の者	通 算 9 年 以 上	-
		通 算 1 2 年 以 上	-

①1級の実務経験には、上表記載の実務経験年数の内に、指導監督の実務経験か、専任の主任技術者としての必要な実務経験年数が1年以上含む必要があり、その証明も必要となります(なお、専任の監理技術者の指導を受けた実務経験を有する場合、又は専任の主任技術者の実務経験を有する場合、一定の条件を満たせば年数は短縮されます)。

②2級について、上表の実務経験年数は2種別の建設機械を受検する場合必要な年数を記載しています(1種別受検の場合、年数は短縮されます)。

③「指定学科」とは、この試験に関し大学、高等学校等における機械工学、土木工学、都市工学等専門的な分野の学科を言います。

④専門学校の卒業者で、「高度専門士」の称号を得ている場合は大学卒業者と同等の扱い、「専門士」の称号を得ている場合は短大卒業者と同等の扱いとなります。

⑤平成29年3月31日時点で17歳以上となる者は、実務経験や学歴に関係なく、2級(学科試験のみ)を受検することができます。

※上記①②の短縮される年数と、③の指定学科の詳細については試験部までお問合せ願います。

6. 試験地

学科試験：北広島市、滝沢市、東京都、新潟市、名古屋市、
大阪市、広島市、高松市、福岡市、那覇市

実地試験：石狩市、岩沼市、栃木県下都賀郡壬生町、秩父市、
小松市、富士市、刈谷市、明石市、小野市、広島市、善通寺市、
福岡県糟屋郡須恵町、沖縄県国頭郡宜野座村

※それぞれの希望受験地を申込み時に選択していただきます。

※学科試験地及び実地試験地は、会場の都合で変更する場合があります。

※受検する建設機械の種類により、実地試験地が制限されます。

7. 試験の種目・種別と使用機械等

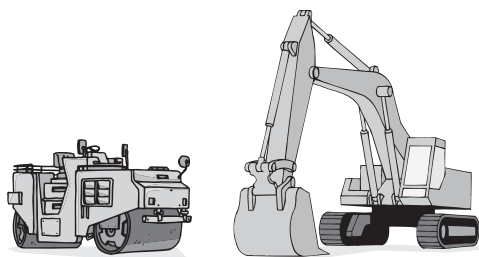
この試験は、学科試験と実地試験により行われ、学科試験に合格した方が実地試験を受検できます。

(1) 学科試験

- 1級：択一式と記述式により、土木工学、建設機械一般、法規、各種別の機械に関する一般的知識を問います。
- 2級：択一式により、共通科目として土木工学、建設機械一般、法規等の概略的知識と、選択種別の知識を問います（第1種～第6種の内、偶数・奇数の組合せであれば、1回の試験で最大2種別まで受検可能です）。
- 2級(学科試験のみ)：試験内容は上記2級と同じです。

(2) 実地試験

- 1級：6種目に区分された建設機械施工法の内から、申込み時に選択した2種目の機械を運転操作する試験(2級で合格した種別の数だけ免除があります)と、記述式の試験(学科試験日に実施します)を行います。
- 2級：学科試験で合格した種別の機械で運転操作の試験を行います。
- 2級(学科試験のみ)：所定の実務経験年数を満足すれば、次年度以降に実地試験を受検できます。試験内容は上記2級と同じです。



試験機械区分	種目・種別	試験使用機械
トラクタ系機械操作施工法	第1種	ブルドーザ
ショベル系機械操作施工法	第2種	油圧ショベル
モータ・グレーダ機械操作施工法	第3種	モータ・グレーダ
締固め機械操作施工法	第4種	ロードローラ
舗装用機械操作施工法	第5種	アスファルト・フィニッシャ
基礎工事用機械操作施工法	第6種	アースオーガ
建設機械組合せ施工法	-	記述式の試験(1級のみ)

◆ 問合せ先、「受検の手引」請求先一覧表 ◆

名 称	所 在 地	電 話 番 号
※一般社団法人 日本建設機械施工協会 試 験 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2階 (URL http://www.jcmanet.or.jp)	03-3433-1575
同 施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵3154	0545-35-0212
※ 同 北海道支部	〒060-0003 北海道札幌市中央区北3条西2-8 さつけんビル5階	011-231-4428
※ 同 東北支部	〒980-0802 宮城県仙台市青葉区二日町16-1 二日町東急ビル5階 (3月1日以降) 〒980-0014 宮城県仙台市青葉区本町3-4-18 太陽生命仙台本町ビル5階	022-222-3915 022-222-3915
※ 同 北陸支部	〒950-0965 新潟県新潟市中央区新光町6-1 興和ビル9階	025-280-0128
※ 同 中部支部	〒460-0002 愛知県名古屋市中区丸の内3-17-10 三愛ビル5階	052-962-2394
※ 同 関西支部	〒540-0012 大阪府大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル8階	06-6941-8845
※ 同 中国支部	〒730-0013 広島県広島市中区八丁堀12-22 築地ビル4階	082-221-6841
※ 同 四国支部	〒760-0066 香川県高松市福岡町3-11-22 建設クリエイティブビル4階	087-821-8074
※ 同 九州支部	〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東2-4-30 いわきビル2階	092-436-3322
※ 一般社団法人 沖縄しまたて協会	〒901-2122 沖縄県浦添市勢理客4-18-1 トヨタマイカーセンター4階	098-879-2097
同 北部支所	〒905-1152 沖縄県名護市宇伊差川24-1	0980-53-1555

※印は郵送販売を行っている箇所

東北地区・中国地区では、窓口販売を行う機関が昨年ものから一部変更となっています。
詳しくは各地区のポスター・チラシあるいは当協会のホームページでご確認ください。



ご注意

最近、当協会が行うこの技術検定の申込み手続きの代行業務やまぎらわしい名前の講習等の勧誘を行う民間団体がありますが、当協会とは関係がありません。当協会は、電話等により直接勧誘又は案内を行っておりません。また、他の機関に受付等の業務の一部を依頼することはありません。この技術検定の申込み、問合せは、ご本人が直接当協会に行ってください。

国土交通大臣指定試験機関

JCMA 一般社団法人 日本建設機械施工協会

URL <http://www.jcmanet.or.jp> 〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2F

論文投稿のご案内

日本建設機械施工協会では、学術論文の投稿を歓迎します。論文投稿の概要は、以下のとおりです。なお、詳しいことは、当協会ホームページ、論文投稿のご案内をご覧ください。

当協会ホームページ <http://www.jcmanet.or.jp>

★投稿対象

建設機械、機械設備または建設施工の分野及びその他の関連分野並びにこれらの分野と連携する学際的、横断的な諸課題に関する分野を対象とする学術論文(原著論文)の原稿でありかつ下記の条件を満足するものとします。なお、施工報告や建設機械の開発報告も対象とします。

- (1) 理論的又は実証的な研究・技術成果、あるいはそれらを統合した知見を示すものであって、独創性があり、論文として完結した体裁を整えていること。
- (2) この分野にとって高い有用性を持ち、新しい知見をもたらす研究であること。
- (3) この分野の発展に大きく寄与する研究であること。
- (4) 将来のこの分野の発展に寄与する可能性のある萌芽的な研究であること。

★部門

- (1) 建設機械と機械設備並びにその高度化に資する技術部門
- (2) 建設施工と維持管理並びにその高度化に資する技術部門

★投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

★原稿の受付

随時受け付けます。

★公表の方法

当協会機関誌へ掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

★連絡先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

日本建設機械施工協会 研究調査部 論文担当

E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp

TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289

2016年版 日本建設機械要覧

発刊ご案内

本協会では、国内における建設機械の実態を網羅した『日本建設機械要覧』を1950年より3年ごとに刊行し、現場技術者の工事計画の立案、積算、機械技術者の建設機械のデータ収集等に活用頂き、好評を頂いております。

本書は、専門家で構成する編集委員会の審査に基づき、良好な使用実績を示した国産および輸入の各種建設機械、作業船、工事用機械等を選択して写真、図面等のほか、主要緒元、性能、特長等の技術的事項、データを網羅しております。購読者の方々には欠かすことのできない実務必携書となるものと確信しております。



発刊予定

平成28年3月末

体 裁

B5判、約1,340頁／写真、図面多数／表紙特製

価 格

一般価格 52,920円（本体49,000円）

会員価格 44,280円（本体41,000円）

（注）送料は1冊900円（税込）となります。
（複数冊の場合別途）

特 典

2016年版日本建設機械要覧購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版、2004年版、2007年版、2010年版及び2013年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2016年版を含めると1998年から2015年までの建設機械データが活用いただけます。

2016年版 内容目次

- | | | |
|-----------------|-----------------|-------------------|
| ・ブルドーザおよびスクレーパ | ・骨材生産機械 | ・高所作業車、エレベータ、 |
| ・掘削機械 | ・環境保全およびリサイクル機械 | リフトアップ工法、横引き工法 |
| ・積込機械 | ・コンクリート機械 | および新建築生産システム |
| ・運搬機械 | ・モータグレーダ、路盤機械 | ・空気圧縮機、送風機およびポンプ |
| ・クレーン、インクラインおよび | および締固め機械 | ・原動機および発電・変電設備等 |
| ウインチ | ・舗装機械 | ・建設ロボット、情報化機器 |
| ・基礎工事機械 | ・維持修繕・災害対策機械 | ・WJ工法、CSG工法、タイヤ、ワ |
| ・せん孔機械およびブレーカ | および除雪機械 | イヤロープ、燃料油、潤滑剤およ |
| ・トンネル掘削機および設備機械 | ・作業船 | び作動油、検査機器等 |

今後の予定

「日本建設機械要覧」の電子版も作成し、より利便性の高い資料とするべく準備しております。御期待下さい。

◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

□3/31（木）までに納品希望……（この場合本申込書は3/15必着で送付下さい）
↑（チェックを入れてください）

日本建設機械要覧 2016年版

冊

上記図書を申込み致します。

平成 年 月 日

官 公 庁 名 会 社 名			
所 属			
担当者氏名	TEL		
	FAX		
住 所	〒		
送 金 方 法	銀行振込 ・ 現金書留 ・ その他（ ）		
必 要 事 項	見積書（ ）通 ・ 請求書（ ）通 ・ 納品書（ ）通 （ ）単価に送料を含む、（ ）単価と送料を2段書きにする（該当に○） お願い：指定用紙がある場合は、申込書と共に送付下さい		

◆ 申 込 方 法 ◆

①官公庁：FAX（本部、支部共）

②民 間：（本部へ申込）FAX

（支部へ申込）現金書留のみ（但し会員はFAX申込可）

※北海道支部はFAXのみ

（注）関東・甲信・沖縄地区は本部へ、その他の地区は最寄の下記支部あてにお申込み下さい。

〔お問合せ及びお申込先〕

本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL 03 (3433) 1501 FAX 03 (3432) 0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8 さつけんビル	TEL 011 (231) 4428 FAX 011 (231) 6630
東 北 支 部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1 二日町東急ビル(2/26) 〒980-0014 仙台市青葉区本町3-4-18 太陽生命仙台北町ビル5F (3/1~)	TEL 022 (222) 3915 FAX 022 (222) 3583
北 陸 支 部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL 025 (280) 0128 FAX 025 (280) 0134
中 部 支 部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 三愛ビル	TEL 052 (962) 2394 FAX 052 (962) 2478
関 西 支 部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	TEL 06 (6941) 8845 FAX 06 (6941) 1378
中 国 支 部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL 082 (221) 6841 FAX 082 (221) 6831
四 国 支 部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイトビル	TEL 087 (821) 8074 FAX 087 (822) 3798
九 州 支 部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30 いわきビル	TEL 092 (436) 3322 FAX 092 (436) 3323

ご記入いただいた個人情報は、お申込図書の配送・支払い確認等の連絡に利用します。また、当協会の新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）送付に利用する場合があります。

（これらの目的以外での利用はいたしません）当協会のプライバシーポリシー（個人情報保護法方針）は、ホームページ（http://www.jcmanet.or.jp/?page_id=422）でご覧いただけます。

当協会からのダイレクトメール（DM）送付が不要な方は、下記□欄にチェック印を付けてください。

□ 当協会からの新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）は不要

平成27年度版 建設機械等損料表

- 発刊：平成27年5月9日
- 体裁：B5版 モノクロ 約620ページ
- 価格(送料別) 一般：7,920円(本体 7,334円)
会員：6,787円(本体 6,285円)
- 平成26年度版に対する変更点
 - ・損料算定表の諸元欄の記載要領・表現を変更し読み易さを改善
 - ・「機械運転単価表」の作成例を、現行歩掛に合わせて見直し
 - ・関連通達・告示に「東日本大震災の被災地で使用する建設機械の機械損料の補正」を追加

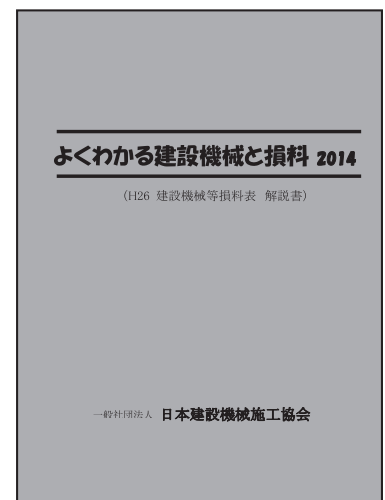


* 沖縄県の方は一般社団法人 沖縄しまたて協会 (TEL:098-879-2097) にお申込み下さい。

よくわかる建設機械と損料 2014

① 本書は平成26年度版 建設機械等損料表の解説書として作成したのですが、平成27年度版 建設機械等損料表の解説書としてもお使い頂けます。①

- 発刊：平成26年6月
- 体裁：B5版、一部カラー、約400ページ
- 価格(送料別) 一般：5,616円(本体:5,200円)
会員：4,752円(本体:4,400円)
- 特長
 - ★ 損料用語、損料補正方法を平易な表現で解説
 - ★ 各通達・告示類の要旨を解説
 - ★ 各建設機械の分類コードの体系を図示
 - ★ 各建設機械の概要(機能・特徴)を紹介
 - ★ 主要建設機械のメーカー・型式名を表にして紹介
 - ★ 機械の俗称からも掲載ページ検索が可能



一般社団法人 日本建設機械施工協会

橋梁架設工事の積算

平成 27 年度版

∞ ∞ ∞ 改定・発刊のご案内 ∞ ∞ ∞

平成 27 年 5 月 一般社団法人 日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

平素は当協会の事業推進について、格別のご支援・ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準が改正され、平成 27 年 4 月以降の工事費の積算に適用されることに伴い、また近年の橋梁架設工事の状況、実績等を勘案し、当協会では「橋梁架設工事の積算 平成 27 年度版」を発刊することと致しました。

なお前年度版同様、橋梁の補修・補強工事の積算に際し、その適用範囲や積算手順をわかりやすく解説した「橋梁補修補強工事積算の手引き 平成 27 年度版」を別冊(セット)で発刊致します。

つきましては、橋梁架設工事の設計積算業務に携わる関係各位には是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。

敬 具

◆内容

平成 27 年度版の構成項目は以下のとおりです。

- 〈本編〉 第 1 章 積算の体系
- 第 2 章 鋼橋編
- 第 3 章 PC 橋編
- 第 4 章 橋梁補修
- 第 5 章 橋梁架設用仮設備機械等損料算定表
- 〈別冊〉 橋梁補修補強工事 積算の手引き
(補修・補強工事積算の適用範囲・手順の解説)



◆改定内容

平成 26 年度版からの主な改定事項は以下のとおりです。

1. 鋼橋編

- ・送出し設備における説明文章、写真の追加
- ・少数 I 桁橋の足場工及び防護工の一部改定
- ・プレキャスト PC 床版工、場所打ち PC 床版工の一部改定

2. PC 橋編

- ・門構移動装置の新規掲載
- ・ポストテンション桁製作工他、各工種の適用範囲の明確化
- ・横組工 地覆・高欄施工足場の記載
- ・緩衝ゴム設置工 新規掲載

3. 橋梁補修編

- ・足場タイプ別詳細作業内容の掲載
- ・落橋防止システム工の一部改定
- ・ストップホール工の新規掲載
- ・塗替塗装 素地調整工の改定
- ・はく離材による塗膜除去作業の注意点の新規掲載

別冊「橋梁補修補強工事 積算の手引き」

- ・極少施工歩掛の考え方を新規掲載
- ・補修工事用数量集計マニュアルを新規掲載

● B 5 判／本編 1,201 頁 (カラー写真入り)
別冊 197 頁 セット

●定価

一般価格：9,720 円 (本体 9,000 円)
会員価格：8,262 円 (本体 7,650 円)

※ 別冊のみの販売はいたしません。

※ 送料は一般・会員とも
沖縄県以外 600 円
沖縄県 610 円

※ なお送料について、複数又は他の発刊本と同時申込みの場合は別途とさせていただきます。

●発刊 平成 27 年 5 月 21 日

◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内 ◆

会 費 : 年間 9,000円

個人会員は、日本建設機械施工協会の定款に明記されている正式な会員で、本協会の目的に賛同され、建設機械・施工技術に関心のある方であればどなたでも入会頂けます。

★個人会員の特典

- 「建設機械施工」を機関誌として毎月お届け致します。(一般購入価格 1冊864円/送料別途)。
「建設機械施工」では、建設施工や建設機械に関わる最新の技術情報や研究論文、本協会の行事案内・実施報告などのほか、新工法・新機種の紹介や統計情報等の豊富な情報を掲載しています。
- 協会発行の出版図書を会員価格(割引価格)で購入できます。
- シンポジウム、講習会、講演会、見学会等、最新の建設機械・建設機械施工の動向にふれることができる協会行事をご案内するとともに、会員価格(割引価格)で参加できます。

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非入会下さい!!

◆ 一般社団法人 日本建設機械施工協会について ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会は、建設事業の機械化を推進し、国土の開発と経済の発展に寄与することを目的として、昭和25年に設立された公益法人です。国土交通省および経済産業省の指導監督のもと、建設の機械化に係わる各分野において調査・研究、普及・啓蒙活動を行い、建設の機械化や施工の安全、環境問題、情報化施工、規格の標準化案の作成などの事業のほか、災害応急対策の支援等による社会貢献などを行っております。今後の建設分野における技術革新の時代の中で、より先導的な役割を果たし、わが国の発展に寄与してまいります。

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

- 建設機械及び建設機械施工に関わる学術研究団体です。(特許法第30条に基づく指定及び日本学術会議協力学術研究団体)
- 建設機械に関する内外の規格の審議・制定を行っています。(国際標準専門委員会の国内審議団体(ISO/TC127、TC195、TC214)、日本工業規格(JIS)の建設機械部門原案作成団体、当協会団体規格「JCMAS」の審議・制定)
- 建設機械施工技術検定試験の実施機関に指定されています。(建設業法第27条)
- 災害発生時には会員企業とともに災害対応にあたります。(国土交通省各地方整備局との「災害応急対策協定」の締結)
- 附属機関として「施工技術総合研究所」を有しており、建設機械・施工技術に関する調査研究・技術開発にあたっています。また、高度な専門知識と豊富な技術開発経験に基づいて各種の性能試験・証明・評定等を実施しています。
- 北海道から九州まで全国に8つの支部を有し、地域に根ざした活動を展開しています。

■会員構成

会員は日本建設機械施工協会の目的に賛同された、個人会員(個人:建設施工や建設機械の関係者等)、団体会員(法人・団体等)ならびに支部団体会員で構成されており、協会の事業活動は主に会員の会費によって運営されています。

■主な事業活動

- ・学術研究、技術開発、情報化施工、規格標準化等の各種委員会活動。
- ・建設機械施工技術検定試験の実施。
- ・機関誌「建設機械施工」をはじめ各種技術図書・専門図書の発行。
- ・建設機械と施工技術展示会“CONET”の開催。除雪機械展示会の開催。
- ・シンポジウム、講習会、講演会、見学会等の開催。海外視察団の派遣。 etc.

■主な出版図書

- ・建設機械施工(月刊誌)
- ・日本建設機械要覧
- ・建設機械等損料表
- ・建設機械図鑑
- ・建設機械用語集
- ・地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル
- ・建設施工における地球温暖化対策の手引き
- ・建設機械施工安全技術指針本文とその解説 etc.

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

<http://www.jcmanet.or.jp>

※お申し込みには次頁の申込用紙を使用してください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

TEL:(03)3433-1501 FAX:(03)3432-0289

一般社団法人 日本建設機械施工協会 会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会 個人会員に入会します。

平成 年 月 日

個人会員入会申込書		
ふりがな		生 年 月 日
氏 名 (自 署)		昭和 平成 年 月 日
勤 務 先 名		
所 属 部 課 名		
勤 務 先 住 所	〒 TEL _____ E-mail _____	
自 宅 住 所	〒 TEL _____ E-mail _____	
機関誌の送付先	勤務先 自宅 (ご希望の送付先を○印で囲んで下さい。)	
そ の 他 連 絡 事 項	平成 年 月より入会	

【会費について】 年間 9,000円

- 会費は当該年度前納となります。年度は毎年4月から翌年3月です。
- 年度途中で入会される場合であっても、当該年度の会費として全額をお支払い頂きます。
- 会費には機関誌「建設機械施工」の費用(年間12冊)が含まれています。
- 退会のご連絡がない限り、毎年度継続となります。退会の際は必ず書面にてご連絡下さい。
- また、住所変更の際はご一報下さるようお願い致します。

【その他ご入会に際しての留意事項】

- 個人会員は、定款上、本協会の目的に賛同して入会する個人です。 ○入会手続きは本協会会長宛に入会申込書を提出する必要があります。
- 会費額は総会の決定により変更されることがあります。 ○次の場合、会員の資格を喪失します:1.退会届が提出されたとき。2.後見開始又は保佐開始の審判をうけたとき。3.死亡し、又は失踪宣言をうけたとき。4.1年以上会費を滞納したとき。5.除名されたとき。 ○資格喪失時の権利及び義務:資格を喪失したときは、本協会に対する権利を失い、義務は免れます。ただし未履行の義務は免れることはできません。 ○退会の際は退会届を会長宛に提出しなければなりません。 ○抛出金の不返還:既納の会費及びその他の抛出金品は原則として返還いたしません。

【個人情報の取扱について】

ご記入頂きました個人情報は、日本建設機械施工協会のプライバシーポリシー(個人情報保護方針)に基づき適正に管理いたします。本協会のプライバシーポリシーは http://www.jcmanet.or.jp/privacy_policy.htm をご覧下さい。

No.	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	送料
1	H28 年 3 月	日本建設機械要覧 2016 年版	52,920	44,280	900
2	H27 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 27 年度版	9,720	8,262	600
3	H26 年 6 月	よくわかる建設機械と損料 2014	5,616	4,752	500
4	H26 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 26 年度版	6,048	5,142	500
5	H26 年 3 月	情報化施工デジタルガイドブック【DVD 版】	2,160	1,944	400
6	H25 年 6 月	機械除草安全作業の手引き	972	864	250
7	H23 年 4 月	建設機械施工ハンドブック（改訂 4 版）	6,480	5,502	600
8	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,240		400
9	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,240		250
10	H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,160	1,851	400
11	H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,376	2,160	400
12	H21 年 9 月	道路除雪オペレータの手引	3,085	2,057	500
13	H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	3,024	2,560	500
14	H19 年 12 月	除雪機械技術ハンドブック	3,086		500
15	H18 年 2 月	建設機械施工安全技術指針・指針本文とその解説	3,456	2,880	400
16	H17 年 9 月	建設機械ポケットブック（除雪機械編）	1,029		250
17	H16 年 12 月	2005「除雪・防雪ハンドブック」（除雪編）	5,142		600
18	H15 年 7 月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,620	1,512	400
19	H15 年 6 月	道路機械設備 遠隔操作監視技術マニュアル（案）	1,944		400
20	H15 年 6 月	機械設備点検整備共通仕様書(案)・機械設備点検整備特記仕様書作成要領(案)	1,944		400
21	H15 年 6 月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	540		250
22	H13 年 2 月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック（第 3 版）	6,480	6,048	500
23	H12 年 3 月	移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル（第 2 版）	2,675	2,366	400
24	H11 年 10 月	機械工事施工ハンドブック 平成 11 年度版	8,208		600
25	H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,320		500
26	H11 年 4 月	建設機械図鑑	2,700		400
27	H10 年 3 月	大型建設機械の分解輸送マニュアル	3,888	3,456	500
28	H9 年 5 月	建設機械用語集	2,160	1,944	400
29	H6 年 8 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,229	7,714	500
30	H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,172	5,554	500
31	H3 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,079	9,565	600
32	S 63 年 3 月	新編 防雪工学ハンドブック【POD 版】	10,800	9,720	500
33	S 60 年 1 月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック	6,480		500
34		建設機械履歴簿	411		250
35	毎月 25 日	建設機械施工【H25.6 月号より図書名変更】	864	777	400
			定期購読料 年 12 冊 9,252 円(税・送料込)		

購入のお申し込みは当協会 HP <http://www.jcmanet.or.jp> の出版図書欄の「ご購入方法」の「図書購入申込書」をプリントアウトし、必要事項を記入してお申し込みください。

目 次

自然再生, 自然景観 特集

3	巻頭言	自然再生の今後の展望	島谷 幸宏
4	行政情報	生物多様性条約における民間参画への取組と期待	大澤 隆文・小山内勇人
9	行政情報	『自然再生士』資格制度と生物多様性の保全推進 生物多様性の保全推進を、いかに地域の産業、人の活性化につなげるか	藤井 孝信 柵瀬 信夫
15		皆ですぐできるウナギ保護再生策	
20		質の高い都市緑地を創出するための設計に関する技術開発 緑地の生き物と鳥類を指標種とする生息地評価モデル	杉本 英夫・松原 隆志
27		汚染された腐葉土層等を効果的・限定的に除去 SC クリーンシステムの開発	小野 健一
33		生物多様性評価ツールの開発と展開 「いきものプラス [®] 」生物多様性配慮に考慮した緑化計画を支援	青木 貴均・池田 穰
37		サンゴ礁州島形成メカニズムの解明 サンゴ礁の維持保全へ貢献できるモデルを目指して	片山 裕之・茅根 創・田島 芳満
43		生態系との共存を実現する「多摩ニュータウン東山」での街づくり	石 隆幸
48		大山ダムホタルビオトープの JHEP 認証取得 ホタル生息環境の再生・創出とその定量的評価方法の構築	佐々木静郎・門倉 伸行・佐藤 伸彦
55		水中騒音振動監視システムによる水産資源の保全 水域の施工における周辺環境への配慮	田中ゆう子
60		日本万国博覧会記念公園の 40 年間にわたる自然再生の取組み 自立した森づくり	千原 裕 内池 智広
65		生物多様性の簡易評価ツール「いきものコンシェルジュ」の開発	
70		生物多様性の保全・普及への取り組み 生物多様性簡易評価ツール CSET・BSET	金内 敦・加藤 晃敏
77		歴史的文化財の景観復元への取り組み 連続繊維補強土工を適用した歴史的な文化財での斜面災害復旧事例	宇次原雅之
83		高速道路緑化と生物多様性の取り組み	伊藤 賢一
89		都市鳥類の生息モデルに基づいた緑地計画技術	北野 雅人・深谷 肇一
95	交流の広場	急速充電対応型電池推進船の開発 らいちょう	清水 悦郎
101	ずいそう	大型設備投資（ショットブラストマシン）に寄せる思い	山鳥喜久雄
103	ずいそう	40 年前の想いで	須貝 憲宏
105	JCMA 報告	平成 27 年度 一般社団法人日本建設機械施工協会研究開発助成 助成対象研究開発決定のお知らせ	森川 博邦
106	部会報告	除雪機械の変遷（その 15）凍結防止剤散布車（1）	除雪機械技術委員会
112	新機種紹介	機関誌編集委員会	
116	統計	平成 27 年 建設業の業況 機関誌編集委員会	
122	統計	建設工事受注額・建設機械受注額の推移 機関誌編集委員会	
123	行事一覧	(2015 年 12 月)	
126	編集後記		久保・齋藤

◇表紙写真説明◇

日本万国博覧会記念公園の
40 年間にわたる自然再生の取組み

写真提供：大阪府 日本万国博覧会記念公園事務所

1970 年に開催された日本万国博覧会（大阪万博）の
跡地は、万博を記念する緑に包まれた公園（日本万国博

覧会記念公園）とするという基本方針のもと、森づくり
が開始された。それから 40 数年、土壌の問題など様々
な課題をその都度解決しながら取り組み、表紙写真のよ
うに森も充実しかけている。しかし、森としてはまだま
だ未熟で、現在も大阪府では目標である生物多様な安定
した森を目指して、取り組みを行っている。

第 62 回欧州建設機械施工視察団 団員募集のお知らせ bauma 2016 (ドイツ・ミュンヘン)

本協会では、50 か国 3,000 社／団体が出展を予定している、世界最大規模の展示会 bauma 2016 に視察団を派遣。最新の建設機材、サービス、技術を一望することができます。そのほか、海外都市におけるインフラ整備、都市再開発の工事現場視察等を予定。

1. 視察期間
4 月 10 日 (日) ～ 16 日 (土)
2. 視察地
ミュンヘン／シュトゥットガルト／フランクフルト
3. 参加費
1 人 432,000 円 (空港税等別)

4. 締切日
2 月 9 日 (火)；終了
詳細問い合わせ先
一般社団法人 日本建設機械施工協会
担当：森川
TEL：03-3433-1501
<http://www.jcmanet.or.jp/>

平成 28 年度 日本建設機械施工大賞 ご案内

1. 表彰の目的

大賞部門は、建設機械及び建設施工に関連する技術等に関して、調査・研究、技術開発、実用化等により顕著な功績をあげたと認められる業績を表彰します。地域賞部門は、地域に根ざした独自の視点に基づき、従来の施工方法・技術の改良、地域普及などの取り組みを通じ、地域へ貢献している業績を表彰します。いずれも国土の利用、開発、保全並びに経済・産業の発展に

寄与することを目的とします。

2. 表彰対象

本協会の団体会員、支部団体会員、個人会員又は関係者のうち表彰目的に該当する業績のあった団体、団体に属する個人及びその他の個人。

3. 表彰の種類

大賞部門：最優秀賞、優秀賞
地域賞部門：地域貢献賞

4. 応募締切

1 月 31 日 (日)；終了

5. 選考

本協会が設置した「日本建設機械施工大賞選考委員会」で選考致します。

6. 表彰式

本協会第 5 回通常総会 (5 月 27 日 (金)) 終了後に行います。

詳細問い合わせ先：

一般社団法人 日本建設機械施工協会
TEL 03-3433-1501
<http://www.jcmanet.or.jp/>

論文投稿のご案内

日本建設機械施工協会では、学術論文の投稿を歓迎します。論文投稿の概要は、以下のとおりです。なお、詳しいことは、当協会ホームページ、論文投稿のご案内をご覧ください。

1. 投稿対象

建設機械、機械設備または建設施工の分野及びその他の関連分野を対象と

する学術論文 (原著論文) であり、かつ所定の条件を満足するものとします。

2. 投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

3. 原稿の受付

随時

4. 公表の方法

当協会機関誌へ掲載します。

詳細問い合わせ先

一般社団法人 日本建設機械施工協会
研究調査部 論文担当
TEL：03-3433-1501
<http://www.jcmanet.or.jp/>

日本建設機械施工協会「個人会員」入会のご案内

個人会員は、日本建設機械施工協会の定款に明記されている正式な会員で、本協会の目的に賛同され、建設機械・施工技術に関心のある方であればどなたでも入会頂けます。

会費：年間 9,000 円

★個人会員の特典

○機関誌「建設機械施工」を毎月お届け致します。

本誌では、建設機械・施工技術に関わる最新情報や研究論文、本協会の行事案内・実施報告等のほか、新工法・新機種の紹介や統計情報等の豊富な情報を掲載しています。

○協会発行の出版図書を会員価格 (割引価格) で購入できます。

○シンポジウム、講習会、講演会、見学会等、最新の動向にふれることができる協会行事をご案内するととも

に、会員価格で参加できます。

お問い合わせ・申込書の送付先
※お申し込みには本誌差込広告ページの申込用紙をご利用ください
一般社団法人 日本建設機械施工協会
個人会員係
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
<http://www.jcmanet.or.jp/>

巻頭言

自然再生の今後の展望

島谷 幸宏



我が国では 21 世紀初頭 2003 年より自然再生推進法が施行され、自然を再生するという新しい試みが開始された。このプロジェクトは環境省、国土交通省、農水省の 3 省共管事業であり、全国で 50 を超えるプロジェクトが実施されてきている。さらに、コウノトリ（2005 年開始）やトキ（2008 年開始）を野生復帰させるための試験放鳥もはじめられ、環境の世紀にふさわしい、最初の 10 年の幕開けであった。2011 年の東日本大震災を契機に国土管理に対するマインドは一変する。津波災害の甚大さを前に、国土管理の方向性は防災に大きくシフトし、国土強靱化を旗印に環境に対する関心や意識もいったん後退してしまった。

しかしながら、どうやら 2015 年を契機にまたムードが変わり始めた。政府の国土形成基本計画にグリーンインフラが位置付けられたこと、Eco-DRR (Ecosystem-based solutions for disaster risk management) の概念が普及しはじめてきたこと、レジリエンス協議会の中にグリーンレジリエンス部会が発足したことなど、グリーンインフラという形で防災や環境が融合した形で国土の環境問題に対して大きな注目が集まるようになってきた。

さて、自然再生事業は、これまでの自然を改変しながら人の住みやすい環境を構築するという国土整備の手法とは異なり、主として人間以外の生物を対象に、一旦失われた環境を再生するという取り組みである。自然再生に関する知見への蓄積は十分ではなく、モニタリングを実施しながら手法を改善する、順応的管理という手法がとられている。さらに生物多様性の再生だけでは、地域の中で受け入れられず、コウノトリ米やトキ米に代表されるように、暮らしとの共生や経済と関連づけることが必要とされ、地域づくりと連動する形で実施されてきた。順応的管理の手法や経済との連動の経験は、現在の地方創生やグリーンインフラの全国展開を考える場合に大きな経験となっている。このように自然再生が新しい国土整備手法として開始され、重要な役割を果たしてきたのは間違いないのであるが、生物多様性の保全に重点が置かれているため、生態系が本来持っている多面的な機能を十分に発揮させる取り組みにまでは至っていないというのが現実であろう。

一方、東日本大震災の復興が進捗してきており、各地で海岸堤防が完成するようになってきた。実際に目に見える形で現れると、あまりの巨大さと無機質さに戸惑いの声がかかる箇所もみられるようになってき

た。もう少し環境と防災を一体的に取り扱えなかったのかという反省の声も上がるようになってきている。国際的に Eco-DRR への関心が高まっているが、生態系の機能を活用した、持続的で環境的にも質の高い防災手法が我が国でも必要なのではないかという議論が行われる場面もみられる。

グリーンインフラは「自然力や自然の仕組みを賢く活用することで社会と経済に寄与する国土形成手法」と定義され（2015、グリーンインフラ研究会）、「人口減少社会における国土の劣化を防ぎ、さらに豊かな国土の形成を図る手法」、あるいは「自然生態系の価値と機能を保全する空間をネットワークとして連結させ、自然の機能が提供する恩恵を人類が享受するシステム」（EU の定義から）などと定義される。すなわち、生態系を社会的なストックとして捉え、生態系が有する多面的な機能を社会が持続的に享受可能なストックとして活用するという新しい国土マネジメントの概念と手法である。自然再生や Eco-DRR はグリーンインフラに包含されるものである。

欧米では、2005 年頃より気候変動に対応可能な持続的な国土マネジメントの手法として生態系サービスを活用したグリーンインフラが提案され導入がはじまった。グリーンインフラは様々な水や緑の空間を連結し、流出抑制、CO₂ の固定、生物多様性、洪水防御、水や大気の浄化、観光レクリエーション、健康増進など多面的な機能をもたらすインフラとして期待されている。空間としては都市、建築物、河川、湖沼、海岸、道路、山林、農地など、ほぼすべての国土が対象となる。まさに分野横断的な取り組みである。我が国が抱える人口減少、気候変動、震災時対策など国土管理の課題を解決するためには、このグリーンインフラの概念と手法は重要である。一方、気候条件、地震や津波の外力、社会状況が大きく異なるため、欧米の手法をそのまま導入することは困難であり、今後の学術的なバックアップが望まれる。

以上のように、自然再生事業は、この 15 年程度、新しい国土整備手法として大きな役割を果たしてきており、また自然をある程度再生できることも明らかになってきた。自然再生事業は他の環境施策や防災施策と連動し、グリーンインフラとしてより多面的な機能を発揮しうるよう発展することが期待されている。

行政情報

生物多様性条約における民間参画への取組と期待

大澤 隆文・小山内 勇人

生物多様性条約は生物多様性の保全, 生物多様性の構成要素の持続可能な利用, 及び遺伝資源の利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分を目的として構築された国際的な枠組みである。この枠組みの下, 2020年までの生物多様性愛知目標をはじめとして, 自然生態系を活用した防災・減災(Eco-DRR)等の新しい概念にも注目が集まりつつある。また, 近年, 官だけではなく民による生物多様性保全への関わり的重要性も増している。本稿では, 建設業関連の企業各社との関わりがありそうなトピックを中心に, 生物多様性条約やそれに類する最近の国際的な動きを解説する。

キーワード: 生物多様性, 生態系サービス, Eco-DRR, グリーンインフラ, 民間参画

1. 生物多様性条約

(1) 生物多様性条約

生物多様性の保全と持続的な利用を図るため, 生物多様性条約が1992(平成4)年5月に採択され, 同年6月の国連環境開発会議(地球サミット)において我が国を含む157ヶ国及びEUが署名した。各締約国が生物多様性の保全と持続可能な利用のための国家戦略を策定することが定められている。

1992年6月 国連環境開発会議(地球環境サミット)にて署名開放

1993年12月 条約発効(我が国は1993年5月に締結)
締約国 194ヶ国及びEU(アメリカ合衆国は未締結)

目的 生物多様性の保全, 生物多様性の構成要素の持続可能な利用, 遺伝資源の利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分

平成22年10月に愛知県名古屋市で開催された生物多様性条約第10回締約国会議(COP10)は, 我が国が議長国をつとめ, 生物多様性に関する新たな世界目標(戦略計画2011-2020/愛知目標)や, 遺伝資源へのアクセスと利益配分に関する名古屋議定書が採択された(図-1)。

COP12は, 平成26年10月6~17日に韓国・ピョンチャンで開催された。そこでは, 同条約事務局が作成した地球規模生物多様性概況第4版GBO4¹⁾を基に, 愛知目標の中間評価が実施された(図-2)。それによると, 大部分の愛知目標について, いくつかの

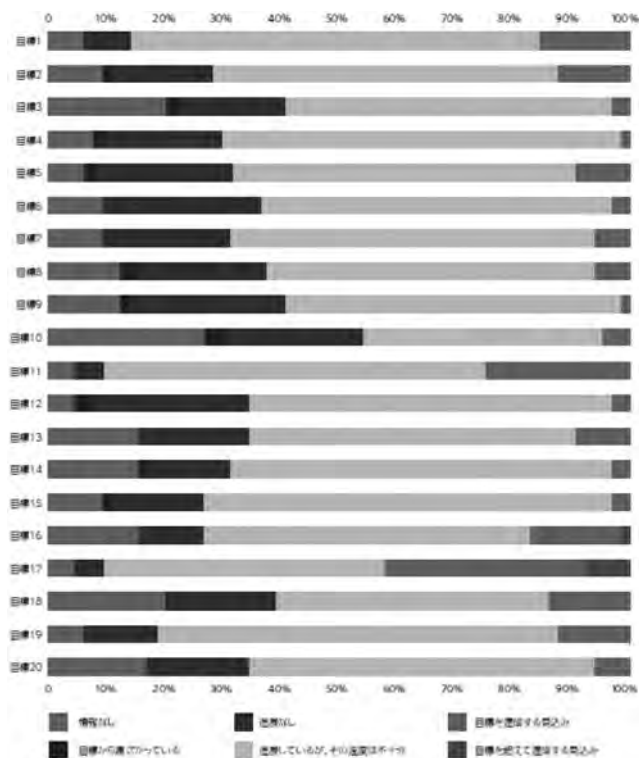


図-1 生物多様性の愛知目標

構成要素の達成に向け大きな進展があったとしている。その一方で, 多くの場合, この進展は2020年に向けて設定された目標を達成するためには不十分であり, 戦略計画2011-2020を軌道に乗せるためには, 追加的な行動が必要であるとされた。

生物多様性はそれ自体も価値を有しているが, 人類に多大な利益をもたらしており, これを生態系サービスと呼ぶ。2001年から2005年にかけて行われたミレニウム生態系評価(MA)では, 生物多様性は生態系が提供する生態系サービスの基盤であることと, 生態系サービスの豊かさが人間の福利に大きな関係のあることが示された²⁾。また, MAでは生態系サービスを以下の4つの機能に分類している。

①供給サービス(食料, 燃料, 木材, 繊維, 薬品, 水等, 人間の生活に重要な資源を供給するサービス)



図一 2 64 の第 5 回国別報告書にあった情報に基づく愛知目標達成に向けた進捗の評価

- ②調整サービス（森林があることによって気候が緩和されたり、洪水が起こりにくくなったり、水が浄化されたりといった、環境を制御するサービス）
- ③文化的サービス（精神的充足、美的な楽しみ、宗教・社会制度の基盤、レクリエーションの機会等を与えるサービス）
- ④基盤サービス（上記①～③を支えるサービスであり、光合成による酸素の生成、土壌形成、栄養循環、水循環等がこれに当たる）

（2）生物多様性の主流化とは？

平成 28 年 12 月に COP13 がメキシコで開催される予定だが、その主題は生物多様性の（セクターを跨いだ）主流化になる見込みである。生物多様性の劣化に対する社会的な対応は進みつつあるのに、生物多様性にのしかかる圧力はこの 10 年間で引き続き増大すると予想されている。この食い違いは、タイムラグのため、又は社会の対応が未だ不足していることによるもの等と考えられている。建設業との関係でいえば、仮に世界が現在と同様の経済的発展と国際化の進展を 2050 年まで続け、人口が 92 億人まで増加すると仮定した場合、インフラストラクチャーが設置される土地面積は現在の約 3,000 万 km^2 から約 4,500 万 km^2 に増大し、それに伴って生物多様性への影響も増大すると見込まれている³⁾。また、過去 49 の事例研究を元に

メタ分析した結果からは、道路をはじめとするインフラストラクチャーにより、鳥類個体群の場合は周辺 1 km まで、ほ乳類個体群の場合は周辺 5 km までの距離圏内で、個体密度が下がっているという報告もある⁴⁾。生物多様性の劣化は、多くの生態系サービスの劣化にもつながっている²⁾。このため、生物多様性及び生態系サービスの喪失要因に働きかけをするには、建設業等も含め、様々なセクターの協力や参画が必要とされている。

「生物多様性の主流化」というと、しばしば「生物多様性の認知度」が上がることで解釈される場合も考えられるが、今後は、国民一人ひとりの意思決定や行動に生物多様性の重要性が反映される「生物多様性の主流化」が必要と考えられる。併せて、各セクターでの計画・制度・活動においても、実質的に生物多様性への配慮がなされることが「主流化」である。例えば、アメリカ連邦政府は、平成 27 年 10 月に、各省庁に対し、「計画・投資・規制等（自然資源管理、土地利用計画、気候適応計画及び防災計画を含む）に関して、適切かつ実行可能な場合には、生態系サービスの考慮を促進するための政策を立案・制度化すること」を指示した⁵⁾。この点で、我が国でも、建設業についても関連セクターの 1 つとして、生物多様性への配慮がより一層期待されることになるだろう。

2. 建設・土木分野での生物多様性への配慮に係る国際的動き

（1）生態系を活用したインフラストラクチャー

COP12 での議題 XII/20. として「生物多様性及び気候変動及び災害リスク軽減」が取り上げられた。ここでは、自然生態系を活用した防災・減災（Ecosystem based Disaster Risk Reduction, 以下「Eco-DRR」という。）を促進することが条約事務局長に対して要請されることになった。Eco-DRR とは、海岸林が津波被害を軽減する、サンゴ礁が高潮被害を軽減する、湿原が洪水を調節する、森林が土砂崩れ等を防ぐといったような自然生態系の防災・減災機能の活用や、自然生態系の災害に対する緩衝地帯としての活用を目指す概念である。Eco-DRR は、地域に備わる自然生態系を生かして効果を得られる場合や、初期費用や維持管理のコストが低い場合があるので、災害に強い国土利用や地域づくりに向けて積極的に活用する重要性が高まっている（表一 1）。この動きは、2004 年のインド洋大津波の際に被災地においてマングローブ林が後背地の津波被害を抑えたことが報告されて以降国際的な

表一 自然生態系を活用した災害リスク削減の費用便益評価事例¹⁵⁾

	災害	災害防止額(USD/ha/年)
世界のサンゴ礁	津波、嵐	189,000ドル/ha/年
米国の沿岸湿地	ハリケーン、嵐	8,240ドル/ha/年 合計で23億ドル/年
チェコの湿原	洪水	11,788ドル/ha/年
スイスの森林	雪崩	合計で170,000ドル/年以上

関心を集め、2015年3月に宮城県仙台市で開催された第3回国連防災世界会議でもとりあげられた。

Eco-DRR に類似する概念としてグリーンインフラストラクチャー（以下「グリーンインフラ」という。）がある⁶⁾。これは、社会資本整備、土地利用等のハード・ソフト両面において、自然環境が有する多様な機能を活用し、持続可能で魅力ある国土づくりや地域づくりを進めるものであり、近年欧米を中心にこの考え方に基づく取組が進められようとしている²⁾。2013年5月に欧州連合（EU）で「EU 生物多様性戦略」の下位計画として策定された「EU グリーンインフラ戦略」によると、「生態系サービスの提供のために管理された自然・半自然地域の戦略的に計画されたネットワーク」と定義されている。グリーンインフラは、従来より利用されてきたグレーインフラ（コンクリート型インフラ）に比べ、しばしば安価で防災機能等を発揮し、また Eco-DRR が有する防災機能以外のコベネフィット（例：騒音緩和、炭素固定、レクリエーション機会の提供、水質浄化等）も有することが知られている⁷⁾。

EU グリーンインフラ戦略では、主要政策へのグリーンインフラの組み込み、自然環境の再生等の事業の実施、調査研究の推進、資金の動員等が明記されている。こうした動きを踏まえ、ドナウ川流域では、生物多様性保全と災害対策を目的として約20万haの氾濫原湿地の自然再生が予定されている⁸⁾。米国では、2008年に環境保護庁が州政府と協力して、洪水や下水処理の包括的な対策として、「グリーンインフラ行動戦略」を策定した⁸⁾。この戦略では、自然環境に加え、屋上緑化や雨水浸透道路等もグリーンインフラの対象とし、水処理やヒートアイランド対策等の主に都市域におけるグリーンインフラの活用方をまとめている。ニューヨーク市では、合流式下水道の越流水対策にかかる負担を削減するために、より経済的な対策として、2.4億ドルをグリーンインフラに投資することを決定し、屋上緑化、透水性舗装、緑地や湿地の確保といった取組等を進めることにより、従前の公共事業のみの対策と比較して1.4億ドルの経費の削減を見込んでいる⁹⁾。同プロジェクトは着実に成果を上

げつつあり、年次報告が毎年度出されている¹⁰⁾。このように、欧米ではグリーンインフラ活用に向けた具体的な取組が進展し、中にはEco-DRRにも資する取組が見られる。

わが国においても、平成27年に改訂された国土形成計画及び国土利用計画において「グリーンインフラ」の考え方が初めて記載されるとともに、第4次社会資本整備重点計画や、国土強靱化アクションプラン2015においても生態系の有する機能の活用が謳われており、今後こうした考え方の現場における実践・取組の重要性が高まると予想される。

(2) 生物多様性オフセット

土地開発による生物多様性への影響を低減させることを法制化している国の中には、環境保全措置として影響を回避・最小化することを義務付けるとともに、これらが困難な場合には影響を相殺（オフセット）するために代償措置（例えば他の土地の保全や生息地の復元）を行うことを制度化している国がある。この代償措置の方法としては、自分で代償するという選択肢の他に、代償措置を代行する第三者に代金を支払うin-lieu 制度や、第三者が事前に生息地の復元等により獲得したクレジットを購入するバンキング等の仕組みがある。このバンキング制度は開発権取引としての経済的・市場的な性格を有するものであり、このような仕組みを総称して「生物多様性オフセット」、また、その経済的手法を「生物多様性バンキング」と呼んでいる¹¹⁾。

実際には、生物多様性オフセットと生物多様性バンキングという仕組みは、1970～80年代に湿地を対象として米国で制度化されたものが最初である。現在では、生物多様性オフセットに関する内容が、環境影響評価法の法体系の中で位置づけられている場合（オーストラリア、フランス等）と個別法（例えばドイツの連邦自然保護法）によって位置づけられている場合（ドイツ、オランダ等）がある¹²⁾。既に確認されているだけでも、in-lieu 制度からバンキングまで多様な形態の生物多様性オフセット・プログラムが世界中で45ほど実施されており、さらに検討段階にあるものが27ほどある¹³⁾。

但し、生物多様性を測る指標（開発により消える生態系と代償として創出・保護される生態系の間の生態学的同等性を測る基準）やオフセットによる効果（不確実性等）に係る課題があり、依然として発展途上のアプローチである¹⁴⁾。

3. 生物多様性分野の民間参画に係る国内の動き

(1) 民間参画に係る国内の動き

事業者による生物多様性の保全と持続可能な利用に関しては、平成18年3月に開催されたCOP8において、民間参画の重要性と促進に関する初めての決議である「民間参画決議 (VIII/17)」が採択されて以降、COPでは民間参画に関する様々な決議が採択され、COP12ではビジネスセクターに対する奨励事項として「生物多様性の事業への統合のための行動計画の策定」や「調達ポリシーへの生物多様性の考慮の組み込み」等が決議される等、国際社会において民間参画の推進がますます求められている。

そのような中で、国内においては平成20年に、多様な事業者が生物多様性の取組を進めるためのイニシアティブとして「企業と生物多様性イニシアティブ (JBIB)」が発足し、国際的な視点から生物多様性の保全に関する共同研究を行い、様々なツールやガイドラインを開発しているほか、その成果を基に他の企業やステークホルダーとの対話や連携を図っている。平成22年には事業者、経済団体、NGO、研究者、地方自治体、政府等から構成されるマルチステークホルダーのイニシアティブとして「生物多様性民間参画パートナーシップ」が発足し、事業者同士や関係者間で情報共有、経験交流が図られている。いずれのイニシアティブにおいても、建設業の企業からの参画が見られる。

建設業界においても、(一社)日本建設業連合会では「生物多様性と建設業の係わり」をテーマとして、平成21年より生物多様性の保全や持続可能な利用に関する様々な取組を行っている。平成22年度には、建設業における取組の現状を把握するため、会員企業に対してアンケートを実施し、その結果を「生物多様性と建設業の係わり」というレポートとしてとりまとめた。会員企業の取組内容としては、生態系に配慮した施設(アニマルパスウェイ、ビオトープ、生物共生護岸等)の設計・施工や、施工時の希少種保護措置、法面緑化における外来種対策等、様々な回答があった。平成24年度には、建設工事における発注者からの生物多様性に係わる要求事項に関する調査・分析を行い、配慮すべき対象として指示された動植物は、動物では鳥類が一番多く、魚類、昆虫がそれに続き、植物では草本類が多く指定されていたことが明らかとなった。具体的な対策としては、動物では工事期間・作業時間の変更、工事排水対策、騒音・振動対策が多

く実施されており、照明や光対策、設備・施工機械の配色、動物の移動等の対策も見られたほか、植物に対する対策では移植が多く実施されていた¹⁶⁾。また、会員企業の取組状況の把握結果をふまえ、「建設業の環境自主行動計画」に「自然共生社会」の章を設け、生物多様性の保全に配慮した技術や手法開発の促進、建設工事における生物多様性の保全および持続可能な利用に配慮した取組の推進を目標として掲げ¹⁷⁾、会員企業の取組を促しているところである。

(2) 環境省によるこれまでの取組

環境省では、事業者が生物多様性の保全と持続可能な利用に取り組むにあたって必要となる基礎的な情報や考え方を取りまとめた「生物多様性民間参画ガイドライン」を平成21年8月に公表し、普及を図っている。このガイドラインは建設業を含む多くの業種に共通する一般的な指針となっており、各事業者の生物多様性分野の取組を補強・支援する内容となっている。

平成26年10月には事業者や事業者団体等の先進的・模範的な取組事例をまとめた資料「生物多様性に関する民間参画に向けた日本の取組」を作成し、平成27年3月にはビジネスセクターがこれから目指すべき将来像や各主体に期待される取組例を追加した第2版を公表した。また、同資料に掲載されている事例を更に詳細に紹介した事例集も別冊として公表している。

平成27年度には、生物多様性の主流化に向け、事業者に対する全国の先駆的な取組事例の情報提供や地域における機運醸成を目的として、生物多様性に関する民間参画にテーマを絞ったシンポジウムを全国3ヶ所で開催し、多数の事業者のほか、そのステークホルダーとなるNPO/NGO、自治体の担当者等が参加した。

また、生物多様性に関する民間参画は大手事業者を中心に取組が進んでいるものの、中小事業者や地方の事業者の取組促進が課題となっていることから、業界全体での取組の底上げを図るため、事業者団体に対して生物多様性に関する行動指針作成等の取組を促進するための支援を行うモデル事業を平成27年8月から実施している。

上述の環境省が作成したガイドラインや事例集、シンポジウムの結果等についてはウェブサイト「生物多様性と経済活動」(http://www.biodic.go.jp/biodiversity/private_participation/index.html)にて閲覧が可能となっている。同ウェブサイトでは、生物多様性に関する民間参画をとりまく国内外の動向や生物多様性に関するガイドライン等の様々な情報を取りまとめて掲載しているので、是非取組の参考にしていただきたい。

4. おわりに

本稿では、生物多様性に係る最近の国際的動きについて、建設業関連の企業各社との関わりがありそうなトピックを中心に解説した。生物多様性、生態系サービス、又は条約という、しばしば建設業各社の取組とは遠い話題のようにも聞こえるかも知れないが、実際には色々な接点がある。本稿では紹介しなかったものの、例えば、建設・土木現場での外来種に対する配慮(防除)等も生物多様性の愛知目標達成に貢献する。条約をはじめとする国際的な取組を進めるには、各国における各業界、さらには各業界中の各社の取組の積み重ねや協力が重要である。生物多様性の主流化という文脈の中では、その重要性は近年とくに高まっている。

但し、生物多様性を保全する上で、未だ概念レベルや研究・試行段階で留まっており、詰めるべき課題を有しているアプローチやツールがあるのも事実である(例：生物多様性オフセット)。このため、既に利用可能なツールやアプローチについては積極的に活用して頂く一方で、発展途上のアプローチについては色々試行錯誤や取組を重ねて、より良いものにつながるよう、建設業関連の各社の方々にもご参画・ご協力をお願いしたい。

JCM A

《参考文献》

- 1) 環境省. (2015). 地球規模生物多様性概況第4版. <http://www.env.go.jp/nature/biodic/gbo4.html>.
- 2) MEA (Millennium Ecosystem Assessment). (2007). 生態系サービスと人類の将来. 横浜国立大学 21 世紀 COE 翻訳委員会監訳. ㈱オーム社.
- 3) Kok, M. et al. (2014). CBD Technical Series No79. How sectors can contribute to sustainable use and conservation of biodiversity. <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-79-en.pdf>
- 4) Benítez-López, A., Alkemade, R., & Verweij, P. A. (2010). The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: a meta-analysis. *Biological Conservation*, 143 (6), 1307-1316.
- 5) Donovan, S. et al. (2015). M-16-01 Memorandum for executive departments and agencies: Incorporating Ecosystem Services into Federal Decision Making. Oct 7th 2015.
- 6) Dover, J. W. (2015). *Green Infrastructure: Incorporating Plants and Enhancing Biodiversity in Buildings and Urban Environments*. Routledge.
- 7) EEA (European Environment Agency). (2015). Exploring nature-based solutions - The role of green infrastructure in mitigating the impacts of weather- and climate change-related natural hazards. http://www.eea.europa.eu/publications/exploring-nature-based-solutions-2014/at_download/file
- 8) 中山直樹. (2015). 生態系を活用した防災・減災に関する国内外の動向. *環境研究* 179 : 57-64.
- 9) New York City. (2012). DEC and DEP Announce Groundbreaking Agreement Reduce Combined Sewer Overflows Using Green Infrastructure in New York City. http://www.nyc.gov/html/dep/html/press_releases/12-17pr.shtml
- 10) New York City. (2015). Green Infrastructure Plan and Annual Reports http://www.nyc.gov/html/dep/html/stormwater/nyc_green_infrastructure_plan.shtml
- 11) 田中章 (2010)「ミティゲーション・バンキングによるウェットランド等の生態系保全—米国の生物多様性オフセットの経済的手法：生物多様性バンキングの実態—」『水環境学会誌』第33巻2号, 54-57頁
- 12) 環境省. (2014). 日本の環境影響評価における生物多様性オフセットの実施に向けて(案). http://www.env.go.jp/policy/assess/4-1report/file/h26_01-09.pdf
- 13) Madsen, Becca, Nathaniel Carroll, Daniel Kandy, and Genevieve Bennett, 2011 Update: State of Biodiversity Markets. Washington, DC: Forest Trends, 2011.
- 14) Bull, J. W. et al. (2013). Biodiversity offsets in theory and practice. *Oryx* 47, 369-380.
- 15) PEDRR (Partnership for Environment and Disaster Risk Reduction). (2011). <http://pedrr.org/>
- 16) 日本建設業連合会. (2013)「生物多様性と建設業の係わり」8-20頁 http://www.nikkenren.com/publication/pdf/78/seibutu_tayousei.pdf
- 17) 日本建設業連合会. (2013)「建設業の環境自主行動計画第5版」20-21頁 http://www.nikkenren.com/kankyoku/pdf/indep_plan_5_web.pdf

【筆者紹介】

大澤 隆文 (おおさわ たかふみ)
環境省 自然環境計画課
室長補佐



小山内 勇人 (おさない ゆうと)
環境省 自然環境計画課
環境専門員



行政情報

『自然再生士』資格制度と生物多様性の保全推進

生物多様性の保全推進を、いかに地域の産業、人の活性化につなげるか

藤井 孝 信

一般財団法人日本緑化センター（以下、「緑化センター」と表記）では、平成23年度より、自然再生士資格制度を実施している。自然再生士とは、自然再生に必要な知識・技術・経験を有する自然再生の推進者である。残念ながらわが国では、自然再生という言葉が一人歩きし、定義の捉え方の違いとともに定着していないのが現状である。一方、ヨーロッパや環境立国であるシンガポールでは、国策として自然再生に基づく事業が積極的に行われている。世界屈指の環境の多様性を持つわが国において、自然再生が根付かないのはなぜか、事例を交え自然再生士の目指すべき方向性と自然再生士資格制度設立の背景と経緯、資格制度の目的と意義を解説する。

キーワード：資格制度、自然再生士、自然再生、地域・人材活性化、生物多様性

1. はじめに

平成15年、環境省より自然再生推進法が施行され、わが国の国土の保全は生物多様性を主とした自然再生の理念の元に進めていくことが提言され、平成27年12月現在、全国に25ヵ所の自然再生協議会が設置される。自然再生の理念とは、簡単にいえば「①失われる自然への対応」と、「②人と自然の関係の変化に対する対応」を図ることである。

失われる自然は、わが国のレッドデータブックに示されるとおり、今後さらに増加していくことが危惧され、絶滅の恐れのある野生動植物をいかに保全していくかが国家的な課題となっている。また、人と自然の関係も、1960年代まで人の営みの中で保全されてきた里地里山が、人の手が離れることで森林の荒廃を招き、景観の劣化や生物多様性の低下を引き起こしてきたことは周知の事実である。

これらの課題に対応するため、緑化センターでは、平成23年度より自然再生士資格制度を実施している。自然再生士とは、自然再生に必要な知識・技術・経験を有する自然再生の推進者である。しかしわが国では、自然再生という言葉だけが一人歩きし、自然再生の定義の捉え方、解釈の違いとともに事業や活動自体が定着していないことから、自然再生という理念や考え方を広く一般に普及することも、資格創設の大きな目的の一つである。

制度の運用開始後5年目を迎えた平成27年12月現

在、全国で1,083名（平成27年度末1,400名弱予定）の自然再生士が認定・登録されている。

2. 自然再生士資格制度設立の背景

わが国における自然再生に関連する法令を遡ると、平成7年に「生物多様性国家戦略(1995)」が策定され、以降、自然再生の考え方や理念について公にその必要性が討議されたのは、平成13年の「21世紀『環の国』づくり会議(2001)」であった。平成14年3月政府による「地球環境保全に関する関係閣僚会議」で決定された「新・生物多様性国家戦略(2002)」でも、①保全の強化、②自然環境の再生、③持続可能な利用の3点に重点を置くべき施策とされ、方針の一つとして自然再生事業が掲げられた。これらの施策を受け、平成14年に「自然再生推進法(2002)」が制定され、平成15年1月に施行された。以降、平成22年に「生物多様性地域連携促進法(2010)」が施行されるなど、およそ20年前から自然再生に関わる事業の法的整備が行われてきた。

このような法的整備をうけ、緑化センターでは、自然再生の理念や考え方を広く一般に浸透させるとともに、自然再生という理念がわが国でスタンダードとなる将来を見据え、早い段階で自然再生の知識や技術を持ち、事業に関わる市民、企業、研究者、NPO、行政等の多様な主体と事業全体をコーディネートし、健全で質の高い生態系の保全と再生に寄与する人材を育

成することとした。

3. 自然再生士資格制度設立の経緯

以下に、自然再生推進法の施行を受け、自然再生士資格制度設立までの経緯を示す。

- ・平成 17 年、緑化センターが運営する都市緑化推進研究会において、「自然再生のすすめ～子ども達の感性とまちの自然を豊かにするために～」をテーマにシンポジウムが行われた。
- ・平成 18 年、自然再生研究会では、技術者の早期育成が求められ、「自然再生コーディネーター」（当初の名称案）の養成が検討されたものの、国家資格への昇格は困難と判断し、具体的内容の検討については先送りされた。
- ・平成 20・21 年、自然再生研究会では、造園建設業界からの資格制度化への要望の高まりを受け、学識者、造園建設業関連団体、国土交通省担当官による検討が行われ、自然再生士を民間資格として制度化する方向性が確認された。
- ・平成 22 年、自然再生士資格委員会*が発足し、自然再生士資格制度の骨格となる要領の策定、自然再生に係わる技術研鑽の仕組み、講習会・セミナー等の運営方法について議論が行われた。
- ・これらの経緯を踏まえ、平成 23 年に自然再生士資格制度がスタートした。

*自然再生士資格委員会のメンバーは、委員長に進士五十八氏（東京農業大学名誉教授）、委員に亀山章氏（東京農工大学名誉教授）、勝野武彦氏（元日本大学教授）、森本幸裕氏（京都大学名誉教授、現、京都学園大学教授）、濱野周泰氏（東京農業大学教授）、養父志乃夫氏（和歌山大学教授）、小林達明氏（千葉大学教授）で構成され、現在に至る。

4. 自然再生士資格制度の目的と意義（なぜ今、自然再生士が必要なのか）

わが国では、生物多様性や自然再生という理念が自然保護の領域や一部の限られた地域でのみ語られるものであって、都市緑化や都市公園には全く無関係とする大きな誤解がある。樹木を植えさえすれば環境・多様性と考える時代はすでに終焉を迎えており、今後、造園技術者に求められるのは間違いなく「自然再生」の理念である。

わかりやすい例を挙げれば、大手町タワーの敷地内に広がる「大手町の森（写真—1）」がある。これまでの都市公園に見られた、クスノキやケヤキ、シラカシやマテバシイ等の単一密度の一斉植栽とは一線を画



写真—1 大手町の森

し、多様な樹種、形状の樹木や地被が 100 種ほど様々な密度で植えられている。この森は「都市を再生しながら自然を再生する」というコンセプトのもと、地域の植生に根ざした植物を「プレフォレスト」という手法により、他の場所で 3 年間育成した樹木を移植したものである。

およそ 3,600 m² の敷地内に、都市部では敬遠されがちな落葉樹が 7 割程植栽される。管理面では様々な課題があるが、落ち葉も森を形成する大切な要素という考え方は、これまでの都市緑化にはなかった発想であり、自然再生の掲げる生物多様性の保全そのものといえる。

もうひとつは、首都高速道路大橋ジャンクション内大橋換気所の屋上緑化事例がある（写真—2）。これは、地域のエコロジカルネットワーク（駒場公園、代々木公園（明治神宮の森）等を繋ぐネットワーク）の拠点として、かつての目黒川流域の自然を再生したもので、冬水田んぼが整備された地上 30 m の緑地では、現在、数多くの野鳥や多様な昆虫を観察することができる。

自然再生士資格委員会の委員長である進士五十八氏



写真—2 おおはしりの杜

は、日頃から自然再生とは自然的環境における①生物多様性 (bio-diversity) のほか、社会的環境における②生活多様性 (life-diversity)、③経済的環境における経済多様性 (economy-diversity)、④文化的環境における景観多様性 (landscape-diversity) の4つの多様性を確保することが不可欠であると提唱している。

まさに大手町の森は、生物多様性のほか、訪れる人々の生活多様性を確保しつつ、隣接する商業施設への経済効果も期待され、かつ、常緑樹や落葉樹の多層構造が織り成す景観多様性を創出している。また、大橋換気所では、隣接する高層マンションにとって負の要素である排気施設を4つの多様性に転換した例として進士氏が指摘する効果をあげているのがわかる。

多くの技術者から「自然再生は何をすればよいのか、一般の緑化事業と何が違うのか」といった質問が寄せられるが、上記のように、自然再生はわが国でも着実に実践されており、それ自体を自然再生事業・活動として理解されていないことが大きな問題である。

5. 自然再生における多様性とは（自然再生とは何か？）

それでは、自然再生とはそもそも何かについて、進士氏の提唱する4つの多様性 (diversity) の視点から概説する。

(1) 自然環境における生物多様性 (bio-diversity) の創出

日本国土は、南北に長くそのほとんどが温帯に属しており、北海道は亜寒帯、沖縄では亜熱帯に属し、生物種も大きく異なるとともに降水量の多さが生物種の多様性に大きく影響している。

自然環境は、生物多様性と自然の物質循環を基礎として、その土地の生態系が微妙な均衡を保つことにより成立している。豊かな自然環境は、健全な生態系により創出されるものであり、健全な土地で生育する植物種とそこに生息する動物種による相利共生により、豊かな生態系が構成される。

しかしながら、自然の再生産能力を超えた自然資源の過度な利用や、高度経済成長以降の急激な工業化、都市的土地利用の転換は、豊かな森林、農地をはじめ海域の埋め立てなどといった土地利用の変化により国土の自然の質の低下を招き、多くの野生生物の生息・生育地の減少を引き起こす引き金となった。また、化石燃料への転換以降の山林の放置や、少子高齢化による耕作放棄は、豊かな農村環境、人と自然の相互作用

により形成された地域固有の生態系の質の低下に顕著に現れている。

自然再生とはつまり、これらの失われた生態系を取り戻すことであり、失われつつある生態系を保全することである。

また自然再生の規模も、日本最大の湿原である釧路湿原 (2万 ha) の再生事業や、100年の大実験と称された人工的な森である明治神宮の森や、自立した森と呼ばれる大阪万博記念公園の森のように、必ずしも大規模なものに限定されるわけではないし、またその対象も、里地里山、河川や湿地、溜池等に限定されるものでもない。自然再生とはもっと柔軟な概念であり、むしろ、都市における公共施設や近隣の公園等もその対象となりえる事に意義がある。

例えば、京都駅ビルには、「緑水歩廊 (りよくすいほうろ)」と呼ばれる施設が設置され、日本の原風景を意識した植栽がなされている。そのほか、自然再生士資格委員会の委員である森本氏が提唱する「雨庭 (あめにわ) のすすめ」は、雨水を効率よく活用する点では、緑水歩廊と同様である。また、よく耳にするホテルの里の再生やトンボ池の再生も、すべて自然再生であり、このような「小さな自然再生」への取り組みこそが、広く一般に自然再生の理念を広める手段といえる。

(2) 社会環境における生活多様性 (life-diversity) の創出

ポートランドは、人口約56万人のオレゴン州最大の都市である。ポートランドはアメリカを代表的する環境先進都市であり、「全米でもっとも環境に優しい都市」、「若い世代の人々が暮らしたい都市」、「全米でもっともおいしいレストランの集まる都市」と呼ばれ、最も人気のある都市である。

ポートランドの大きな特徴は、都市化が可能な地域とそれ以外とを明確に区分した都市政策にある。簡単にいえば、生活関連施設や開発を都市部に集中させることで縮小・高密度化都市を実現する地区と、その周辺には新たな開発を禁止する「グリーンフィールド」と呼ばれる緑地領域に囲まれた環境が形成される。ポートランドの市民は、都市部からの容易なアクセスで、豊かな農作物作りやアウトドア体験を満喫することができ、市の中心部はバスや路面電車等の公共交通機関が網羅されていることで、車を所有しなくても生活が可能で、職住近接のコンパクトシティが実現されている。

一方で、開発が制限された緑地領域においては、森林や農地の保全がなされ、そこで生産された質の高い無農薬・減農薬の食材をふんだんに使ったレストラン

は非常に人気が高い。特にポートランド市民が何より大切にしているのは、ローカル志向、地元優先の精神であるという。

自然再生は、様々なライフスタイルを提唱するものでもあるが、ポートランドの都市政策と自然再生の理念は非常に重なる部分が多い。自然再生を進める上で重要なのは、自然を復元・再生するばかりでなく、エコツーリズムや体験農業等の手法で都市生活者を地域に呼び込むことや、地域住民による新規の田舎暮らしのサポートや指導等、地域が元気になることで、次世代にわたり生態系サービスを楽しむ地域社会を創出することにより、その根本となる地域文化・技術の継承と資源保全の両立を図ることに他ならない。

(3) 経済的環境における経済多様性 (economy-diversity) の創出

自然再生は、環境目標が設定され、その目標へ向けた自然環境の再生、保全、育成といった物理的側面だけがクローズアップされがちであるが、一方で、自然再生事業を契機に、地域の再生・活性化につながるケースもあるし、経済効果が全く望めなければ、自然再生自体が頓挫してしまう場合もあることを理解しておく必要がある。

そもそも地域毎の食文化や生活様式は、その土地の自然環境に根ざしたものであり、わが国のように南北に長く、温暖多雨で四季の明瞭な国では、多種多様な営みや恵みがあつたはずである。しかしながら、高度経済成長とともに画一的な都市化や効率化により、全国どこへ行っても似たような景色で似たような土産物が置かれるなど、特徴の無い地方都市ばかりが増えたのが現実である。

その反省を踏まえ、長い歴史の中で育まれた地域固有の生態系や環境を再生することで、地域の自然の恵みを取り戻し、他の農作物との差別化を図りブランド化することで、地域の活力を取り戻したケースもある。例えば、新潟県佐渡市の「朱鷺と暮らす郷づくり」認証制度や、愛知県豊岡市の「コウノトリ再生プロジェクト」では、人の暮らしと多様な生物とが共生する環境の中で生産された「新潟佐渡コシヒカリ」や「コウノトリを育むお米」の販売等を通じて一定の収入を確保しつつ、その収入の一部を再生事業に還元するなど、持続可能な事業の取り組みが行われている。

これらは、地域農家とその周辺住民の理解と協力により生まれたものであるが、生態系が本来持つ力を生かし、無農薬あるいは減農薬で生産された農作物は付加価値がつき、地域と消費者を結ぶ重要な鍵となる。

(4) 文化的環境における景観多様性 (landscape-diversity)

高齢化、後継者不足により放置され荒廃した山林や農地が広がっている地域では、鬱閉した自然環境であっても生態系としては成立するものの、生物多様性の面から見るときわめて脆弱であり、かつての維持管理された里地里山の美しい景観とはほど遠い光景が広がっている。薪を燃料としていた時代であれば、山林資源の有効利用と物質循環による生態系の保全に寄与していたが、現在ではこのサイクルが崩れてしまった。また、水田耕作地でも、かつては多様な水生生物の生息とそれを採餌する猛禽類やコウノトリ等の高次消費者による複雑な食物網が形成されていた。しかし放棄水田が広がることで、生物多様性の低下を招き、良好な自然環境や水田景観を消失させ、日本固有の地域景観が失われつつある。自然再生とはつまり、このようにして失われてしまった地域景観を取り戻すことでもある。例えば福井県の「福井ふるさと百景」や長野県の「ふるさと信州風景 100 選」などを参考にすると自然再生のあるべき姿がみえてくる。

(5) 海外事例に見る自然再生

景観や環境への関心が強いドイツやオランダ、バルト三国のほか、アメリカやシンガポール等でも、積極的に国策として自然再生の理念に基づいた事業が先進的に行われている。

アメリカのニューヨークでは、25 年間放置されていた高架鉄道 high-line (ハイ・ライン) が、世界的ガーデンであるオランダ人のピエト・オウドルフの設計により 2009 年、大改修を終えて長さ 1.6 km の公園として新たにオープンした。元々は雑草が生い茂るジャングルであったが、ニューヨーク原産の草花 360 種類の植物が生い茂り、北米の原野やヨーロッパの草原に見る多彩な自然景観が魅力となっており、現在は周辺の犯罪も減り、人気スポットとなっている。

環境立国であるシンガポールでは、Ang Mo Kio New Town にある政府公団集合住宅一帯は、洪水対策としてかつては巨大なコンクリートの集水路が設置されていた。しかし 2006 年に、集水路を取り壊し、緑に覆われた公園を兼ねた河川敷へと大改修がなされ、BISHAN PARK (ビシャン・パーク) として生まれ変わった。特徴的な点は、巨大な構造物で増水を防ぐのではなく、安全・管理のソフト面を充実させハードからソフトへの転換により生物多様性とエコロジカルネットワークの形成に寄与している事例である。

6. 自然再生士に求められること

自然再生は、大規模な自然保護の領域のみで実施されているわけではなく、私たちの周りを見渡せば、様々な場所で「小さな自然再生」が行われていることに気づかされる。

自然再生の定義を振り返ると、「①過去に失われた自然を積極的に取り戻すことを通じて、生態系の健全性を回復することを目的として行う事業（環境省）」や、「②まわりの緑・自然や生きものが住みやすい環境の再生を目的に行う河川、公園、港づくり（国交省）」などとされており、平成14年度から各種の自然再生事業が行われてきている。

例えば、里山の再生、ビオトープの整備、磯、河原の保全、希少昆虫の保全、田園の再生、緑道の改修等は、実はすべて自然再生なのである。おそらく造園技術者の中には、それが自然再生であることに気づかないまま業務に関わるケースもあるかと思われるが、まずは身近な自然再生に気づくことが重要である。そして自然再生の考え方や理念を理解し、先進事例を知ること、日々の業務を自然再生という観点でとらえ直すこと、そしてそれを広く一般の人に普及することが求

められている。

7. 自然再生士資格取得の方法

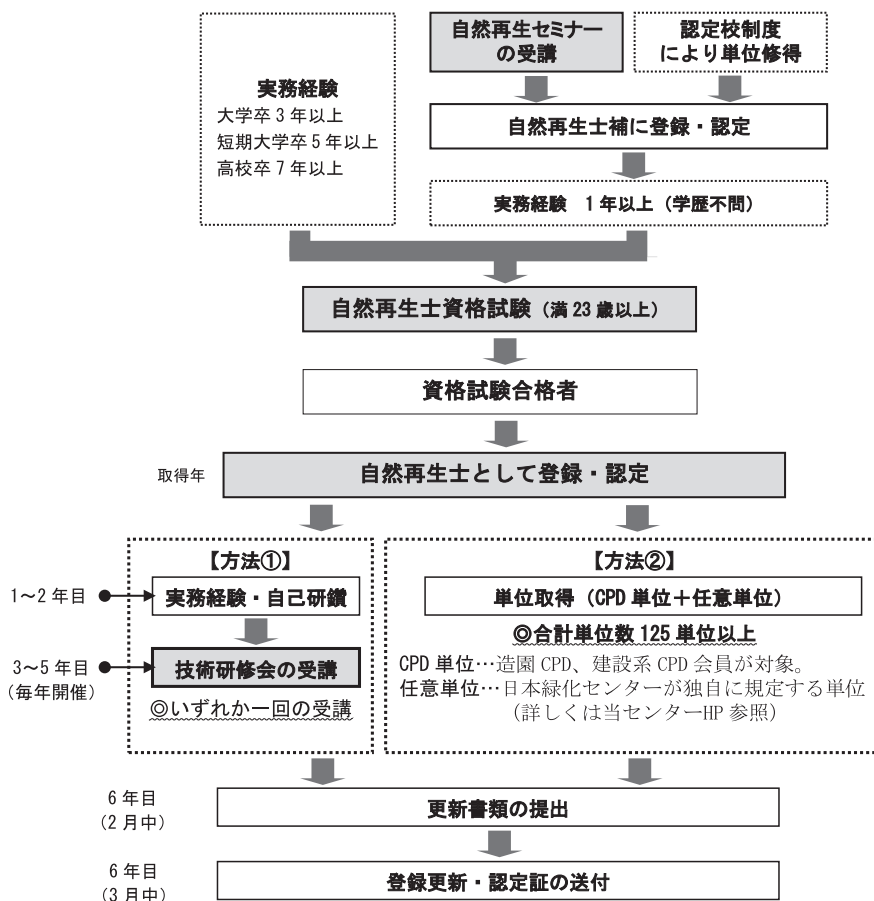
自然再生士資格制度の資格取得から取得後の更新までを図—1に示す。

(1) 自然再生士資格の取得方法

自然再生士の資格を取得するためには、毎年6月下旬に実施する自然再生士資格試験に合格する必要がある。資格取得の方法については、ここでは紙面の都合上最低限にとどめるが、興味のある方は、当センターHPに詳細を示しているので参照されたい。

受験資格は、満23歳以上の方を対象とし、自然再生に関わる実務経験を有している必要があり、その期間は、最終学歴により①大学卒（3年以上）、②短期大学卒（5年以上）、③高校卒（7年以上）、④自然再生士補認定者（1年以上）と規定される。

資格試験の内容は、自然再生士として最低限知っておくべき知識・技術を評価するための①選択式問題30題（四択式）と②経験論述のほか、正確な知識・技術を第三者に伝える能力を評価する③専門論述の3



図—1 自然再生士資格制度のながれ

つの組み合わせで行われる（表—1）。

合格基準は、試験区分毎に合否基準が設けられているほか、総合点数についても全体の60%以上の取得が最低基準となる。

表—1 資格試験の内容

設問内容	問題数	備考
択一問題	30 題	4 者択一
経験論述問題	1 題	800 字
専門技術論述問題	5 題の内 2 題選択	400 字／1 題×2

(2) 更新制度について

自然再生士資格制度の特徴は、5 年毎の登録更新制度を導入している点である。なお、登録更新には、2 つの方法があり、① CPD 単位 125 単位以上の取得（造園 CPD 単位＋任意単位）による方法と、②指定講習会（自然再生技術研修会等）への参加による方法のいずれかの選択が規定されている。

CPD 単位取得のうち、任意単位とは緑化センターが独自に設けた単位を指し、自然環境保全活動への参加、技術専門書等の購読、環境学習講師等に費やした時間を単位として認定するものであり、この単位を造園 CPD 単位に合算することができる。

(3) 資格取得後のサポートプログラムについて

緑化センターでは、資格保有者の自然再生に関わる知識、技術の研鑽を目的として資格登録後 3 年目に自然再生技術研修会を実施している。同時に、自然再生の手法や技術の研鑽を目的として、フィールドでの現地調査の手法や目標設定の考え方、具体的施工方法の検討・実践等のプログラムを盛り込んだ自然再生実地研修会を行っている。

平成 26 年に岡山県真庭市の津黒高原いきものふれあいあいの里にて実施し、昨年は、福井県里山里海湖研究所との共催で、敦賀市の池河内湿原にて実施した。実地研修会は、平成 28 年度以降も引き続き鳥取県、福井県、静岡県で開催を予定している。

8. おわりに

自然再生は、その理念が十分に定着しておらず、その推進者である自然再生士も資格制度がスタートして間もないことから、知名度という点では決して高くない。

しかしながら、私たちの周りでは現実的に様々な自然再生が行われているし、そこで実践されている様々な造園技術を見ても、決してこの分野が欧州に劣っているわけではない。

問題なのは、日本各地に残存する自然地や、身近な公園・緑地に存在する自然再生が必要な潜在的な事象を見過ごしていたり、事象そのものを発掘する目（気づき）や実現のための発想と実行力に乏しい点にある。

今後、自然再生士に必要なことは、まずは様々な事例を知ること、潜在的な事象に気づくこと、そして多様な技術や発想を持つ異業種の人材が協働し、一つの目標を共有し、自らが専門とする分野においてその実力を発揮していくことである。それが結果として、地域の人々が生き生きと暮らし、豊かさを実感できる国土の形成と社会の実現に繋がるのである。

多くの技術者に“自然再生”に対する正しい知識と身近な環境の中に多くのビジネスチャンスが存在することを理解していただけることを切に願ってやまない。

謝 辞

最後に、今回、貴団体機関紙へ自然再生士資格制度について掲載できたことを深く感謝する。

J C M A

《参考文献》

- 1) 「自然再生の手引き」、一般財団法人日本緑化センター、2013 年 10 月
- 2) 「自然再生事例集 1」、一般財団法人日本緑化センター、2014 年 11 月
- 3) 「自然再生自然再生ガイドライン」、一般財団法人日本緑化センター、2013 年 7 月
- 4) 「自然再生基本方針 第 2 回見直し」、環境省、2014 年 11 月
- 5) 「緑と水のひろば」、公益財団法人東京都公園協会、第 81 号、2015 年 11 月
- 6) 「グリーンネイバーフッド - 米国ポートランドにみる環境先進都市のつくりかたとつかいかた」、吹田 良平、2010 年 8 月
- 7) 「TRUE PORTLAND - The unofficial guide for creative people- 創造都市ポートランドガイド」、黒崎輝男、2015 年 5 月
- 8) 「HIGH LINE アート、市民、ボランティアが立ち上がるニューヨーク流都市再生の物語」、ジョシュア・デイヴィッド、ロバート・ハモンド、2013 年 8 月
- 9) ビシャン・パーク HP (Bishan-Ang Mo Kio Park)
「<https://www.nparks.gov.sg/gardens-parks-and-nature/parks-and-nature-reserves/bishan--ang-mo-kio-park/>」
- 10) 「Casa BRUTUS、植物と暮らす完全マニュアル」、2014 年 4 月号、マガジンハウス、2014 年 3 月
- 11) 「Casa BRUTUS、自然と暮らす」、2015 年 9 月号、マガジンハウス、2015 年 8 月
- 12) 緑水歩廊 HP、「<http://www.kyoto-station-building.co.jp/ryokusui/>」

【筆者紹介】

藤井 孝信（ふじい たかのぶ）
一般財団法人 日本緑化センター
緑化事業部
次長



皆ですぐできるウナギ保護再生策

柵 瀬 信 夫

ニホンウナギは絶滅危惧種に選定され、その資源減少は著しい。この資源減少は、約30年前から始まったにもかかわらず、それを止める有効な策が行われず今に至っている。そこで、緊急を必要とするこの状況を少しでも改善するため、「親がいなければ子どもは増えない」との基本的な考え方と、「皆ですぐできる」技術により、ウナギの棲み処を実際の水域で実現できるよう、新しい網地を伝統的な蛇カゴ工法に応用する方策を確立した。これにより、ウナギ資源の新しい保護再生策を創出することができた。

キーワード：蛇カゴ、ウナギ、保護再生、魚道、コンクリート三面張水路、石倉

1. はじめに

ニホンウナギは絶滅危惧種に選定され、その原因は乱獲、生息環境悪化、海洋環境変化による資源消失とされている。これまでウナギの産卵場所の探求や人工種苗生産には力が注がれてきたが、それらに比べて足元の内湾、河川、湖沼などに住む次世代を継ぐウナギ資源の調査や研究、さらに保護方策など有効な手だては必ずしも充分ではなかった。

鹿島建設㈱では以前よりウナギ資源の危機を認識し、特にコンクリート構造物によってウナギが消失したといわれることに対して、現場での調査と、そこで得られた結果を基にコンクリート構造物でも工夫をすればウナギやウナギの餌料となる生き物の棲み処となることを突き止めた。それに準じて、1995年にカニ・ウナギコンクリート護岸パネルや潮だまり干潟付テラス護岸を考案した。その護岸パネルが東京・横浜港内、徳島県吉野川、長崎県平戸などの護岸造成や魚道設置に実用され、現在もウナギやウナギに係る生き物の棲み処となっている^{1), 2)}。しかし、この護岸造成でウナギの棲み処を付加する工法は、通常の工法よりコスト高であり、かつ生き物への配慮に対する理解不足から、普及は限定されているのが現状である。

2. 緊急ウナギ保護再生策

2012年、国は緊急のウナギ資源保護対策を発表した。しかし、天然ウナギの保護に関しては具体的な方策は示されなかった。当社ではウナギの棲み処を付加

するコンクリート工法を再検討したが、事態の緊急性に対して課題があった。そこで、現場で漁業者や地域関係者によって、コストをかけず皆ですぐに実用でき、内湾、運河、水路、河口から上流までの河川全体、ため池、湖沼、そして水路や水田に至るウナギが生活する水域に直接適応できる保護再生策を創出した。開発に当たっては、当社が保有するウナギと構造物に関する知見、九州大学大学院望岡典隆准教授の魚類学とウナギの生息生態に関する専門知識、粕谷製網(株)、(株)フタバコーケンの製網・製造技術などを出し合った。

本保護再生策の特徴は、伝統的土木工法である蛇カゴを活用するもので、ウナギの世代交代が最短でも5～6年を要することから、20～30年以上の耐久性を目標にしている。そこで、蛇カゴネットには、低コストであるが短期間で劣化して形状崩壊する鋼製網を使用せず、耐蝕、耐久性、軽量、柔軟性に優れたポリエステルモノフィラメント線亀甲網を使用している。以下に国が、ウナギ保護再生を実行している水産多面的発揮対策支援事業での石倉カゴの最新情報も加え、各種の実績を報告する。

3. 石倉カゴ

今まで具体策がなかった稚魚シラスウナギから親ウナギ・各成育段階のウナギに棲み処を提供するもので、川の中に石を山のように積んで、そこに入ったウナギを漁獲する伝統漁法石倉と伝統土木工法蛇カゴの両者を組み合わせ、ネットの石積空間をウナギの棲み処にしたものである。基本型は取扱いのしやすさから

1 m × 1 m × 0.5 m の四角形とし、石積部分にはウナギが好きなパイプを組み込んでいる（写真—1, 2）。この蛇カゴの設置は人力でもクレーンやバックホウなどの機械でも行うことができる。ネットに耐久性、強度があるため、吊り上げての移動も可能である。護岸の根固めとして、またウナギやウナギの餌となる生物の棲み処として利用する（写真—3）。実用試験結果から水産庁はウナギ保護事業の現場での唯一の手段として石倉カゴを採用し普及に努めている。石倉カゴにはウナギだけではなく、エビ、カニ類、ハゼ、そして底面に敷き込んだマットには淡水域ではユスリカ幼生（アカムシ）やミミズ、汽水域ではゴカイなどの多毛類が棲み処とし、ウナギの餌料を供給している（写真—4）。2015 年は実用して 3 年目に当たり、保護効果が示されたことから石倉カゴを 12 基連結した石倉カゴウナギ保護漁礁の設置が行われた（写真—5）。また現在、ウナギに関する調査手法は標準化されていない。そこで、この石倉カゴを全国統一のウナギ調査手法にすることで、ウナギとウナギに係る生き物の現存量を m^2 当たりの定量値で示すことが可能となり、調査結果の合理性や再現性を保証できる³⁾。この調査は、住民参加型でも行われ、小学生の参加者が石を移動させるなどの手伝いをし、実際のウナギ保護教育を体験している（写真—6）。

4. コンクリート三面張り水路の生き物棲み処づくり工法

かつては河川本流、支流等に接続する小水路、水田の畔、さらには都市の河川や水路などがウナギの重要な棲み処になっていた。しかし現在、水路の大部分はコンクリート三面張りに改変され、ウナギだけでなく多様な生き物の消失を招いたことから、その改善が求められているが、今まで具体策がなかった。そこで、蛇カゴを用いた棲み処を付加したコンクリート三面張り水路の造成工事を行った。工事は L 型コンクリートブロックを接続する一般的な工法で、そのコンクリート水路床の一部に幅 2 m 長さ 4 m の溝を延長 200 m 当たり 10 ヶ所設け、その溝全面に長径 10 ～ 20 cm の石を詰めた高さ 0.3 m の平坦な蛇カゴを設置固定し、水路の断面積を確保した上で、生き物の棲み処づくりを行った（写真—7 ～ 10）。生き物の棲み処調査は、蛇カゴ内に仕込んだ 1 m^2 の 2 mm モジ網を取り上げて網内の生き物を採集した。水路床に蛇カゴ石空間を形成することで、石空間に砂泥と流下物が集積し、自然の水路床と同様の様相が見られた。この集積によって蛇カゴ部分に小さな落差が生じ、流下水は緩んだり速まったりと多様な流れの状況が生じた。蛇カゴ内の調査用モジ網には、ユスリカ類幼虫、ミミズ類、ヒル類、ナベブタムシ類、カエル類の幼生、小型



写真—1 石倉カゴ



写真—2 石倉カゴ



写真—3 重機による設置



写真—4 棲み処にしていたウナギ



写真—5 石倉カゴウナギ保護漁礁



写真—6 調査状況



写真—7 蛇カゴ設置部分 (4.0 × 2.5 × 0.3m)



写真—8 生物生息場形成用蛇カゴ設置完了



写真—9 三面張り水路 (2014年5月)



写真—10 三面張り水路 (2015年3月)



写真—11 モジ網内カニ類



写真—12 モジ網内ミミズなど

モクズガニ、イシマキガイ、スミリングカイなどの生き物が出現し（写真—11, 12）、今年10月の調査では全長20cmのウナギを確認した。以上の結果から、本工法の有効性が確認されたため、低価格、簡易な方法でウナギの棲み処づくりが可能になった。現在、床だけではなく、側壁の垂直部分での棲み処づくりの設計・検討も行っている⁴⁾。

5. ウナギ石倉カゴ魚道

天然ウナギ資源を保護再生する場合の課題のひとつに遡上障害がある。なかでも、落差工・堰・ダムばかりか、アユやマス類などの飛越を基本と考える既存魚道がウナギや回遊性甲殻類などの這行遡上する魚介の障害となって生息域拡大を妨げている。そこで、石倉カゴを工夫したウナギ用の魚道を考案した。この魚道は、石倉カゴを加工したかまぼこ型柱状体カゴ（底面50cm、高さ35cm）を堤体に固定し、長径10～30cmの石を詰めて登坂部分としている（写真—13）。並列に設置した2基の魚道を登攀遡上した魚介として、ウナギ、ヌマエビ類、モクズガニ、ベンケイガニ、イシマキガイを確認した。サーモグラフによる観察では、太陽光に暖められた魚道内の石によって魚道下部の流水が周辺水より+1℃高温を示したことから、それが呼び水効果になると推察された。これら

の結果から石倉カゴ魚道はウナギを含めてウナギの餌料にもなる這行遡上魚介の登はん遡上を可能にすることが認められた。また本流と水路の接続部分の落差でも遡上障害が起きているため、その対応として小規模な魚道の設置も行っている（写真—14）⁵⁾。



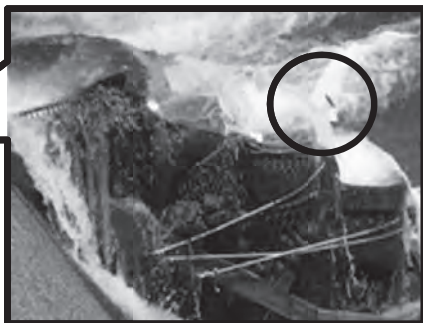
写真—13 石倉カゴ魚道実施例



写真—14 小規模魚道例



写真—15 魚道設置状況（右上段部、左下段部）



写真—16 上流部飛上って遡上する稚アユ



写真—17 木枠組立



写真—18 蛇カゴ石詰



写真—19 組立完了

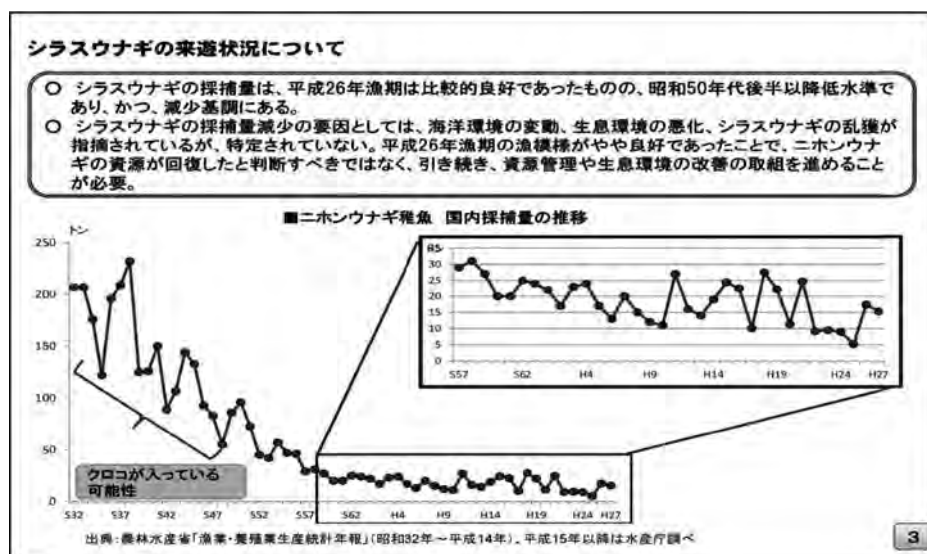


写真—20 下流部魚道

6. 組立式蛇カゴ魚道

ウナギの保護再生にはウナギのみならず多様な生き物が係ることが重要である。特に河川横断構造物の連続性確保にはウナギ等の這行性魚介魚道以外に、一般的なアユ、マス類など飛越を行う魚種の魚道も必要で、両者の併設によって生息域の拡大が促進される。そこで、従来の固定型コンクリート魚道とは異なる考え方で、蛇カゴを応用した組立式の階段式魚道を考案

した(写真—15, 16)。組立式蛇カゴ魚道の主部材は、ポリエステルモノフィラメント線亀甲網の階段状箱体で、各段前面に遮水布のプールを設け、それ以外の部分は川石を詰めた蛇カゴとしている(写真—17～20)。魚道の設置・管理・撤去及び保管まで一連の工程は、関係者5名程度で実施でき、「皆ですぐできる」方式である。そして、同様の方式である前出のウナギ石倉カゴ魚道と組み合わせることで目的とする多様性確保が可能となる⁶⁾。



出典：水産庁ホームページ⁷⁾

図—1 シラスウナギの来遊状況

7. おわりに

ウナギは川の上流から河口，その間に広がる水田やそれを結ぶ大小の水路，ため池，湖沼，そして都市内の水路や運河さらに内湾を棲み処にし，水域の食物連鎖の頂点に位置し，森・里・川・都市・海を結ぶ連続性の中で生活をしている。最短でも5～6年をかけて親ウナギとなって海へ降り産卵する。海で育った稚魚はシラスウナギとなって海岸に來遊し，再び各水域に入り込んで成育し，次世代の後継者となる。したがって水路構造物での生き物への配慮が，棲み処をつくり餌になる生き物を育て，さらに親ウナギの生き残りにもつながる（図—1）⁷⁾，資源消失の悪循環を断ち切る新しい保護再生策を創出した。それは“親がいなければ子どもは増えない”との基本的な考え方と，「皆ですぐできる」，すなわち，「設置場所など，状況に合わせてできる。地産地消でできる。現場で形状調整ができる。不要時は撤去，保管し，繰り返しできる。軽くて丈夫で低価格でできる。一般の人でも経験した技術で組立ができる。みんなで楽しくできる。」技術であり，これらによって初めてウナギ資源が再生されることとなる。

「皆ですぐできる技術」

1. 設置場所など，状況に合わせてできる。
2. 地産材料でできる。
3. 現場で形状調整ができる。
4. 不要時は撤去，保管し，繰り返し使用できる。
5. 軽くて丈夫で低価格でできる。
6. 一般の人でも経験した技術で組立ができる。
7. みんなで楽しくできる。

J C M A

《参考文献》

- 1) 柵瀬信夫 江戸前ウナギ復活の試み，月刊海洋号外，No.48，2008.
- 2) 柵瀬信夫 コンクリートで江戸前復活，土木学会，土木技術者実践論文集 Vol.1，61-66.
- 3) 柵瀬信夫ほか 天然ウナギの保護再生デザイン-2，日本水産学会2014年3月講演要旨.
- 4) 柵瀬信夫ほか 天然ウナギの保護再生デザイン-5，日本水産学会2015年3月講演要旨.
- 5) 柵瀬信夫ほか 天然ウナギの保護再生デザイン-4，日本水産学会2014年9月講演要旨.
- 6) 柵瀬信夫ほか 天然ウナギの保護再生デザイン-6，日本水産学会2015年9月講演要旨.
- 7) 水産庁 HP <http://www.jfa.maff.go.jp/j/saibai/pdf/meguru11.pdf>

【筆者紹介】

柵瀬 信夫（さくらい のぶお）
鹿島建設株
環境本部



質の高い都市緑地を創出するための設計に関する技術開発

緑地の生き物と鳥類を指標種とする生息地評価モデル

杉 本 英 夫・松 原 隆 志

最近の都市再開発で作られる緑地では、緑量を確保する取り組みに加え、生態系の保全に配慮した質の高いみどりが求められている。再開発で造られた都市緑地では、適切な管理により多様な生き物が生育している。当社は、食物連鎖の上位に位置する鳥の好みを調べて生息地評価モデルを開発し、再開発ビルの屋上庭園の生態系配慮の設計を容易にした。都市緑地は、科学的なデータに基づいて設計・管理を行うことで、生態系への配慮と経済的な活動を結び付ける基盤となる。

キーワード：都市緑地, 生態系, 評価, ミティゲーション

1. はじめに

都市の緑地は、景観に美しさとうるおいを加え、豊かな文化を育む空間となる。現代の都市は、高度成長期とは異なり、価値観が多様化している。緑地のデザインには、置物として眺めるものから、人がくつろぎコミュニケーションを楽しむなど、空間を利用して持続的に発展する視点が求められる。そのため、再開発の事業では、従来からの景観や法令を超えた「みどり」への対応が取り組まれつつある。

本報では、開発事業などで生態系の評価が求められる背景や都市緑地の生物調査例とともに、生息地評価モデルを開発して設計に適用して緑地の質を高めた事例について述べる。

2. 生物多様性と都市緑地の価値

(1) 都市緑地の生態系への配慮

都市のヒートアイランド現象は、気温上昇への影響が気候変動による地球温暖化の影響より大きい。その要因には、建物や舗装面などの人工被覆面の増加とともに、緑地の減少が関わっている。開発事業では、これに対応してより良い環境を創るため、屋上緑化などの人工地盤にも新しく緑地を増やす取り組みが進められている。民間事業地の緑地は、敷地が限られる都市域の貴重な空間であり、パブリック空間として開放され、公園的な要素が高まっている。公園は様々な人が望むものであり、賑わいや街の魅力と直結するため、事業の継続に欠かせない要素となる。

最近、ライフスタイルの中で、自然との共生の考え方を取り入れた行動が注目されている。生態系サービスが新たな魅力となり、事業用地の価値を高めることへの期待と理解が進みつつある。その影響で、ビオトープなどを作り、生き物が緑地に好んで出現するような設計を行い、生態系を再現する試みなどが取り組まれている。2014年に東京都が緑地の在来種選定ガイドライン¹⁾を示すなど、行政機関は従来から行っている緑地の面積を増やす政策に加えて、生態系への配慮によって緑地の質を高めるための支援も進めつつある。

(2) 生物多様性とビジネスへの期待

生物多様性の価値を経済的な指標で比較することは困難であるが、生物の多様性を保全して、それを利用する取り組みが進められている。国は、生物多様性条約(平成5年)、第三次生物多様性国家戦略(平成19年)、生物多様性基本法(平成20年)、生物多様性国家戦略(平成22年3月)、COP10愛知目標(平成22年10月)を示すことで、生態系を取り巻く問題の社会的な認知度を高めている。生物多様性基本法では、野生生物の種の保存、生物多様性に及ぼす影響の回避又は最小にすることに加え、科学的知見の充実、科学的な評価、長期的な観点から生態系などの保全及び再生、地球温暖化の防止を示している。とりわけ、生物の多様性の保全及び持続可能な利用を進めるため、官民を含めた各主体による自主的な活動が必要とされた。2010年10月に開催された生物多様性条約第10回締約国会議(COP10)では、生物多様性とビジネスとの関わりが議論された。TEEB(生態系と生物多様性の経済学)

では、自然資本の経済的価値の評価が持続的な活動に重要であることを示した²⁾。

生物多様性に関わる評価は、環境不動産（グリーンビルディング）の認識の高まりにより注目された。グリーンビルディングは、省エネや資源循環、生態系など総合的な環境に配慮した建物のことで、性能や機能を評価する認証を受けた建物は資産価値が増大する。評価制度には、建築環境総合性能評価システム（CASBEE）やLEED（Leadership in Energy and Environmental Design）など第三者機関が行う認証がある。これらは、様々な基準や条件を満足することで、その価値に差を付けている。そのため、科学的な根拠に基づく定量評価は、付加価値につながる。

（3）生態系の定量評価の必要性和課題

環境アセスメントと呼ばれる環境影響評価は、従来から開発事業で行われている。開発行為が環境に及ぼす影響を事前に予測や評価し、環境の悪化を未然に防止する制度である。生物多様性に関しては、動植物に与える環境変化の影響は予測困難であり、動植物の保全対象として「学術的価値の高いもの、天然記念物に指定されているもの等」を抽出するに留まっている³⁾。アセスメントの評価が定性的であるため、生物多様性の保全を図るには限界があると共に、経済的な活動に利用することが困難であった。そこで、ミチゲーションの中で代償と呼ばれる行為が注目されている。環境に負荷をかけた代りに、新たに生態系を創出してそれを保全する取り組みなので、経済的な活動と生態系の保全を両立し、将来にわたって生物多様性の恵みを得ることが可能となる。これを実施する場合には、生物多様性の損失と生態系の減少のリスクを明らかにすることが重要である。そして、具体的な保全目標を設定するためには、生態系を定量的に評価する制度を利用することが望まれる。

生息環境の定量的な評価には、HSI [Habitat Suitability Index: ハビタット（生息地）適性指数] モデル（以下 HSI）が有効である。HSI は、繁殖、採食、隠れて休息する場所、水場などの動植物の環境指標性を指数化して、ある区域が、保全する動植物のハビタット適性を 0～1 の数値で示すことができる。しかし、種によって生息場所、繁殖時期が異なるなど環境指標が様々であり、保全する動植物が地域にいない場合には、HSI の適用は困難となる。また、郊外の大規模な森林を含む緑地と、都市部の小規模な緑地とでは、同じ種でも生息場所などの環境指標の条件が異なるため、HSI は同じではない。そのため、開発事業では、

定量的に評価の科学的な精度を高める場合、開発地内で事前の自然環境の実態調査を行い、最新のデータを HSI に反映させる必要がある。

3. 都市緑地の生き物

都市緑地に生息する生物は、再開発後に周辺から入ってくる、あるいは植物を移植した時に持ち込まれたものである。施工後、適切な管理が行われて数年間経つと、生物相が安定してくる。民間事業者が維持管理する緑地の場合、調査の義務もないことから生物に関わる科学的データはほとんどない。そこで、再開発で造られた東京と大阪の 2 カ所の都市緑地を選択して、生物相の現状を調査した⁴⁾。

（1）調査場所と方法

調査場所の概要を表—1 および表—2 に示す。東京の都市緑地は、東京都港区と品川区にまたがる場所で、JR 品川駅東側の高層ビル群の間に立地している。大阪の都市緑地は、大阪府大阪市浪速区の複合商業施設の屋上で、その敷地は鉄道と高速道路に囲まれている。いずれの緑地も、階下に構造物がある人工地盤に造られている。いずれの緑地とも、植物の種類が豊富で、美しく管理が行き届いている。

鳥類の調査は、任意踏査法および定点調査法により、生息種を確認し、行動や植栽地などの利用の様子（採餌・休息・水浴など）の記録を行った。任意踏査法では、調査対象地を任意に踏査し、目視・鳴き声などによって生息種を確認した。定点調査法では、調査定点を 2 カ所設け、それぞれの調査定点に 10 分間留まり生息種を

表—1 東京地区の調査地の概要

名 称	品川セントラルガーデン
所 在 地	東京都港区および品川区
用 途	事務所、複合商業施設
完 成	2003 年 3 月
面 積	18,180 m ² (約 400 m × 約 45 m)
植 物	高木 (287 本)、低木、地被植物 シラカシ、カツラ、ソメイヨシノ、クスノキ、他

表—2 大阪地区の調査地の概要

名 称	パークスガーデン（なんばパークス）
所 在 地	大阪府大阪市浪速区
用 途	複合商業施設
完 成	2007 年 4 月（1 期は 2003 年完成）
面 積	11,500 m ² (緑地：約 5,300 m ²)
植 物	樹木・草花の数 約 300 種 約 70,000 株 高木約 50 種、約 700 本、中低木・草花約 250 種

確認した。昆虫類の調査は、目視により見つけた種を採取する見つけ採り法とするが、目撃のみの場合にも種の判別が可能であれば確認種として記録を行った。

(2) 都市緑地の鳥類と昆虫類

東京の調査結果を、表—3、4に示す。2010～2011年の期間に、鳥類は、6目14科17種、昆虫類は11目67科133種を確認した。鳥類はスズメ目が10種で、全体のおよそ60%を示した。昆虫類は、チョウ目が33種（確認種全体の25%）、トンボ目やバッタ目の昆虫類も数種以上確認された。

大阪の調査結果を、表—5、6に示す。2009～2011年の期間に、鳥類は、3目15科18種、昆虫類は12目64科129種を確認した。鳥類はスズメ目が14種で、全体のおよそ80%を示した。昆虫類は、ハチ目が30

表—3 東京の緑地で確認された鳥類

目名	科名	種名	2010年												2011年	
			3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月		
ペリカン	ウ	カワウ		●	●	●						●	●			
コウノトリ	サギ	ダイサギ						●								
		コサギ						●								
タカ	タカ	トビ		●							●	●	●	●		
チドリ	カモメ	セグロカモメ	●								●	●	●	●		
ハト	ハト	ドバト	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		キジバト									●	●				
スズメ	セキレイ	ハクセキレイ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	ヒヨドリ	ヒヨドリ		●			●			●	●	●	●	●		
	ツグミ	ジョウビタキ								●	●		●			
		ツグミ												●		
	ウグイス	ウグイス									●					
	シジュウカラ	シジュウカラ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	メジロ	メジロ	●							●	●	●	●	●	●	●
	ハタオリドリ	スズメ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	ムクドリ	ムクドリ	●		●									●	●	●
	カラス	ハシブトガラス	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
合計 6目 15科 17種			8種	8種	7種	6種	6種	7種	6種	9種	11種	10種	12種	10種		

表—4 東京の緑地で確認された昆虫類（抜粋）

目名	和名
トンボ	ハグロトンボ、シオカラトンボ、オオシオカラトンボ、ウスバキトンボ、チョウトンボ、ナツアカネ、アキアカネ
カマキリ	コカマキリ
バッタ	セスジツユムシ、クサヒバリ、ウスグモスズ、カネタタキ
カメムシ	アブラゼミ、ツクツクボウシ、ミンミンゼミ
コウチュウ	セマダラコガネ、ナミテントウ、キイロテントウ
ハチ	ルリチュウレンジ、アミメアリ、クロヤマアリ、コガタスズメバチ、ニッポンヒゲナガハナバチ
チョウ	アオスジアゲハ、ナガサキアゲハ、クロアゲハ、ナミアゲハ、キチョウ、モンシロチョウ、ヤマトシジミ、ウラギンシジミ、ツマグロヒョウモン、イチモンジセセリ、ルリタテハ、サトキマダラヒカゲ
合計	11目 67科 133種

表—5 大阪の緑地で確認された鳥類

目名	科名	種名	2009年		2010年				2011年			
			6月	10月	1月	4月	6月	10月	1月	2月	5月	
タカ	タカ	サシバ		●								
	ハヤブサ	ハヤブサ			●					●	●	
ハト	ハト	ドバト				●		●	●			
		キジバト		●	●	●	●	●	●	●	●	
スズメ	ツバメ	ツバメ	●				●					
	セキレイ	ハクセキレイ	●	●	●	●	●	●	●	●		
	ヒヨドリ	ヒヨドリ	●	●	●	●	●		●	●	●	
	モズ	モズ		●								
	ツグミ	ジョウビタキ							●			
		シロハラ				●			●	●		
		ツグミ				●			●	●		
	ウグイス	センダイムシクイ									●	
	ヒタキ	コサメビタキ						●				
	メジロ	メジロ		●	●			●	●	●		
	ホオジロ	アオジ				●						
	ハタオリドリ	スズメ	●	●		●	●	●	●	●	●	
	ムクドリ	ムクドリ							●			
	カラス	ハシブトガラス	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
合計 3目 15科 18種			5種	8種	6種	9種	6種	7種	11種	9種	6種	

表—6 大阪の緑地で確認された昆虫類（抜粋）

目名	和名
トンボ	シオカラトンボ、オオシオカラトンボ、ナツアカネ、タイリクアカネ
カマキリ	ハラビロカマキリ、チョウセンカマキリ
バッタ	エンマコオロギ、アオマツムシ、カネタタキ、ウスイロササキリ
カメムシ	クマゼミ、コセアカアメンボ
コウチュウ	アオドウガネ、ナミハナムグリ、シロテンハナムグリ、ゲンジボタル、ヨツボシテントウ、ナミテントウ、キイロテントウ
ハチ	ニホンミツバチ、クマバチ、ルリチュウレンジ、クロヤマアリ、トビイロケアリ、セグロアシナガバチ、セイヨウミツバチ
チョウ	アオスジアゲハ、ナミアゲハ、ツマグロヒョウモン、オオスカシバ、イチモンジセセリ、チャバネセセリ、モンシロチョウ、ヤマトシジミ
合計	12目 64科 129種

種（確認種全体の23%）、チョウ目も18種（14%）を確認した。

(3) 都市緑地の生き物の行動

写真—1に確認された鳥類の写真の例を示す。鳥類は、都市緑地の食物連鎖における生態系ピラミッドの上位である。東京の緑地では、植栽高木の樹冠部を利用する種のヒヨドリ、シジュウカラ、メジロなどが、緑地内で採餌などを行っていた。大阪の緑地では、樹林を利用するメジロが実や花蜜を、スズメ、ハクセキレイやコサメビタキが昆虫を採食する様子が確認された。

鳥類は、年間を通じて観察されることから、緑地に生息する昆虫類などを餌として生活できる状態であった。緑地の生態系を評価する際には、鳥類を指標とすることで昆虫を含めた生物相の豊かさの評価ができることがわかった。



ハクセキレイ（給餌）



メジロ（探餌）

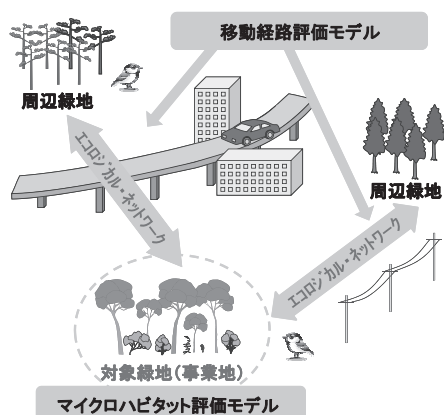


シジュウカラ（探餌）

写真—1 東京および大阪の緑地で確認された鳥類

4. 生息地評価モデルの開発と適用例

都市緑地を設計する場合、定量的に生態系を評価する方法があれば、生き物の生息地に適している条件の判断が容易になる。開発した生息地評価モデル⁵⁾は、図—1に示すようにマイクロハビタット評価モデルと移動経路評価モデルで構成される。マイクロハビタット評価モデルは、既存 HSI モデルで特定されていないミクロなハビタット条件を解析して作成した。単木レベルの樹種、樹高、樹形などの詳細な環境条件を把握することが可能で、都市域の小規模緑地の設計に適応している。移動経路評価モデルは、マイクロハビタット評価モデルの調査地とその周辺緑地に生息する個体の行動を解析して作成した。事業地と周辺緑地とのエコロジカルネットワーク連続性などを詳細に把握し、開発地内の緑地レイアウトの最適化に利用できる。生息地評価モデルの指標種は、樹林性の鳥類のコゲラ、シジュウカラ、メジロの3種を選定した。



図—1 生息地評価モデル

(1) マイクロハビタット評価モデル

指標種が季節ごとに好んで都市緑地に出現する環境の調査を基に作成されている。調査場所は、都内の再

開発地内の緑地5ヵ所と対象となる植生が豊かな自然公園の緑地1ヵ所の計6ヵ所を選定した。調査対象の指標種は、コゲラ、シジュウカラ、メジロを選定した。調査期間は、繁殖前期（2012年4～5月）、繁殖後期（2011年5～6月）、越冬前期（2012年12月～2013年1月）および越冬後期（2012年2～3月）に各5回行った。図—2に示すような設定経路を設定し、歩いて観察および記録する移動センサスを行った。



図—2 設定経路と鳥が確認された位置

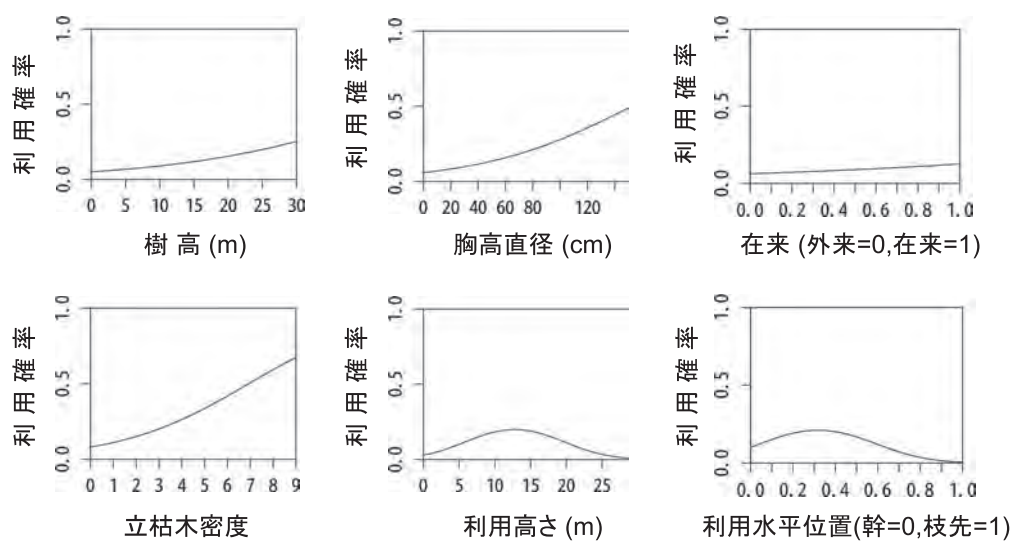
表—7に各場所の調査地結果（羽／5回）を示す。コゲラは小規模な緑地での出現数が少なく、3種の指標種の中で最も希少性が高い。シジュウカラは繁殖期に多く越冬期に少なくなるが、メジロは越冬期に多く繁殖期に少なくなる傾向があった。これらのデータをもとに、説明変数の組み合わせをモデル候補式とし、全てのモデルごとに単回帰分析を行った。

図—3にコゲラの各説明変数に対する解析例を示す。分析は、鳥が観察された場所とランダム地点の鳥がいなかった場所の環境を比較する方法で行った。解析は、一般化線形モデル（GLM：Generalized Linear Model）を使用した。最適なモデルは、赤池情報量基準（AIC：Akaike's Information Criterion）で選択した。

表一 各場所の調査結果 (羽 /5 回)

調査地名	面積 (ha)	コゲラ				シジュウカラ				メジロ			
		繁殖		越冬		繁殖		越冬		繁殖		越冬	
		前期	後期	前期	後期	前期	後期	前期	後期	前期	後期	前期	後期
港区大規模公園	5.43	22	15	21	10	28	46	71	39	35	44	165	96
目黒区公園	1.18	1	1	1	—	6	12	1	5	6	8	24	13
目黒区集合住宅外構 緑地	1.40	2	1	3	—	10	6	4	4	8	9	23	6
新宿区公園	0.64	1	1	—	—	3	11	5	2	—	—	11	10
新宿区集合住宅庭園	0.33	—	—	—	—	—	—	0.2	—	0.2	0.6	5.8	1.8
港区複合ビル庭園	0.46	—	—	—	—	5	8	—	—	7	5	22	29

*新宿区集合住宅庭園では、定点調査を行っており、移動センサス調査と比較して遭遇率が5倍になるように設定した。このため、実際に出現した羽数を5で除して表記した。



図一 3 コゲラの各説明変数に対する解析例 (マイクロハビタット評価モデル)

(2) 移動経路評価モデル

都市緑地とその周辺緑地に生息する指標種の行動を追跡し、鳥が好んで移動する環境の調査を基に作成されている。調査場所は、指標種が確認される可能性が高く、観察に適した新宿区大規模公園、目黒区公園、目黒区集合住宅外構緑地、港区庭園の4カ所を選定した。調査道具には、双眼鏡、検測桿を使用した。調査期間は、越冬期(2012年12月～2013年3月)および繁殖期(2013年5～7月)に各5回行った。調査は、指標種を確認した時に、①時間、②位置・高さ、③環境の種類、④利用木の樹高、⑤落葉状況、の5項目を記録しながら、可能な限り追跡した。

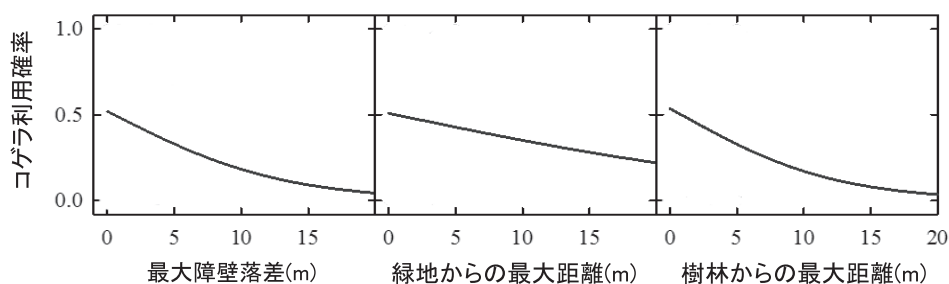
図一4にコゲラの各説明変数に対する解析例を示す。分析は、鳥が実際に移動した経路上の障壁の質および量と、ランダム地点の鳥が移動しなかったものを比較する方法で行った。障壁の質および量は、緑地が与える影響(最大障壁落差、緑地からの最大距離、樹林からの最大距離)に加え、建築物の高さや道路幅の

影響なども考慮した。分析結果の可視化には、ESRIジャパン社のArcGISソフトを使用した。

(3) 生息地評価モデルの設計への適用

対象の複合ビルの建築概要を表一8に示す。事業用地は、ファッションセンズが問われ、最新のモードなどを発信する場所にある。賑わい、ざわつく地上とは異なり、落ち着いて自然を楽しむ空間を屋上に求めた。屋上庭園の緑化植物には、地域の潜在自然植生のシラカシ林をモデルとする在来種を採用した。それは、明治神宮の森、近くの団地の緑地帯から、飛来性の生き物が訪れる可能性が高いことに加え、表参道のケヤキ並木や壁面緑化の効果で、屋上の緑地への生物の誘導は可能と考えたためである(図一5)。

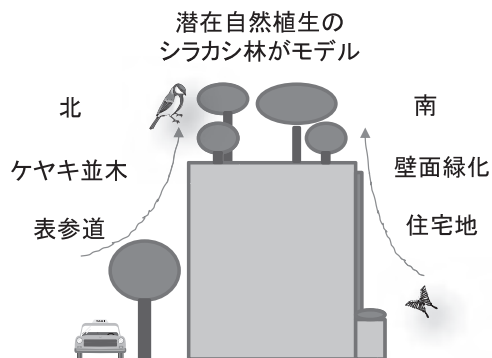
越冬後期のシジュウカラ、メジロ、コゲラの利用確率(好み)について、マイクロハビタット評価モデルで解析した例を図一6に示す。評価した結果、例示した設計では、メジロやシジュウカラの好みが高いこ



図—4 コゲラの各説明変数に対する解析例（移動経路評価モデル）

表—8 建築概要

名 称	oak omotesando（オーク表参道）
所 在 地	東京都港区北青山
用 途	店舗・事務所
規 模	地下2階，地上9階，塔屋1F
敷地面積	2,538 m ²
建築面積	2,078 m ²
完 成	2013年3月
屋上面積	1,228 m ² （緑化：430 m ² ）
植 物	シラカシ（本地域の潜在自然植生の主要構成種）， シロダモ，ヒサカキ，ジャノヒゲなど地域の在来種 （緑化材料は，すべて関東圏から調達）

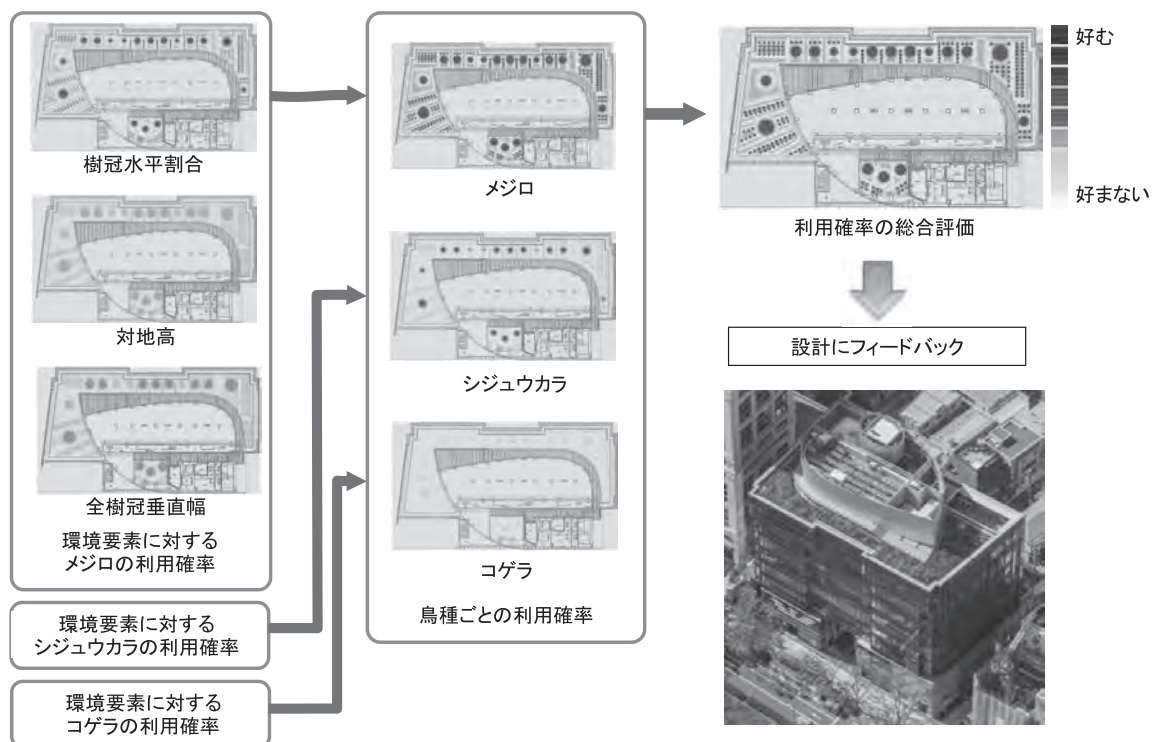


図—5 屋上庭園のイメージ

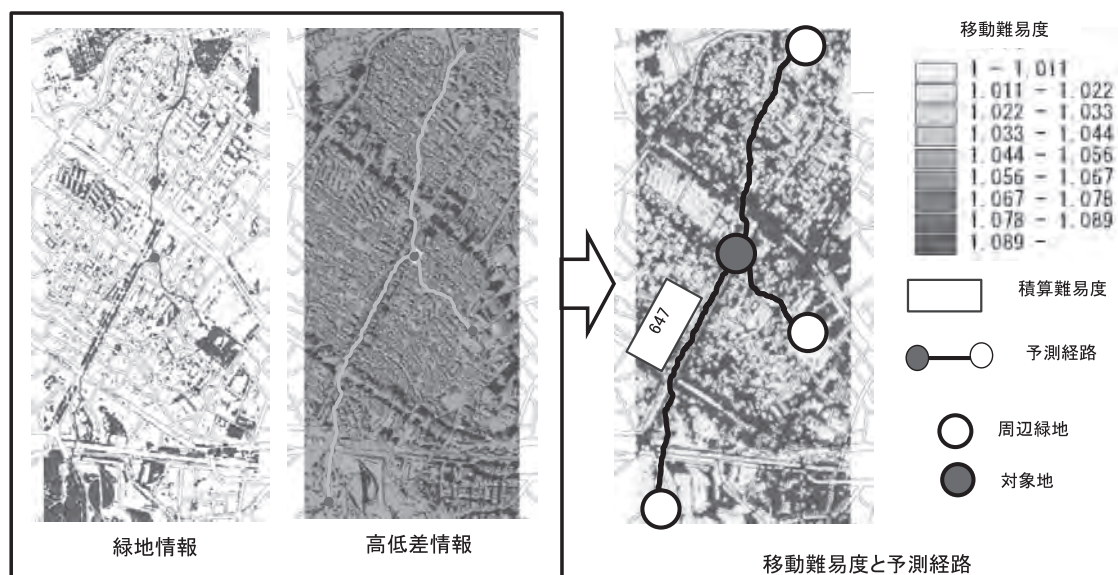
とがわかった。そこで，小規模な屋上緑化では地上と同様の高木を育てることは困難であるが，中低木を密植して藪を作ること，花木を増やすこと，水場を設けることの重要性が明らかになった。

越冬期のシジュウカラについて，移動経路評価モデルで事業地周辺を評価した例を図—7に示す。図は，

衛星データから緑地面積，航空レーザ測量データから人工物や緑地の高低差を調べて等高線図を作成して，移動経路モデルのデータを入力して作成した。評価した結果，代々木公園に生息するシジュウカラが飛来する場合，ケヤキ並木を利用して移動することがわかった。ケヤキは樹高が高いため屋上との最大障壁落差を



図—6 マイクロハビタット評価モデルの適用（越冬後期）



図一七 対象地と周辺への移動経路評価モデルの適用例（越冬期，シジュウカラ）

減らせるため、屋上庭園をケヤキ並木側から見えるように開放することの重要性が明らかになった。また、屋上庭園が、別の緑地とのエコロジカルネットワークにも貢献することもわかった。

（4）生息地評価モデルの効果

生息地評価モデルは、鳥が複合ビルの屋上庭園を利用しやすい条件を可視化したので、ミティゲーションの判断が容易になった。生物多様性に配慮した設計とその効果が明らかになり、JHEP 認証取得⁶⁾に役立った。その結果、ビル屋上に造られる小規模な緑地でも、質を高めて、自然共生に大きく貢献できることを示した。なお、JHEP（Japan Habitat Evaluation and Certification Program）は、生物多様性の保全や再生に貢献する取り組みを定量的に評価する制度で、公益財団法人日本生態協会が運営している。

5. おわりに

事業によって造られる都市緑地は、多様な生き物が生息できる。設計時に科学的精度の高い生息地評価モデルを用いれば、鳥や蝶などが飛来しやすい緑地設計が容易で、小規模でも緑地の質を高めることができる。生態系の定量的に評価は、見えにくい環境性能を明らかにすることに有効である。

持続可能な社会の実現には、人と自然の共生、低炭素な活動、資源の循環利用、過酷な災害に耐え、快適生活を保つ安全・安心の構築が必要である。経済的な活動は、地球規模から身近な市民生活のレベルまでに

関わる。科学的な根拠に基づいた定量的な評価は、貨幣に相当する価値に置き換えることが可能になるため、社会経済に必要な指標となる。緑地は街づくりに欠かせない要素であり続けるため、今後も事業を通じて社会に貢献する技術開発を進めていきたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 東京都環境局：植栽時における在来種選定ガイドライン～生物多様性に配慮した植栽を目指して、2014
- 2) 環境省：環境・循環型社会・生物多様性白書（平成22年版）、第3節 生物多様性に配慮した社会経済への転換（生物多様性の主流化）、2010
- 3) 寺井学：建設業における生物多様性保全の取り組み方法、大林組技術研究所報 No.72、2008
- 4) 赤川宏幸、杉本英夫、寺井学、牧野雅一：人工地盤上の大規模都市緑地における微気候環境と生物相の評価、大林組技術研究所報 No.75、2011
- 5) 松原隆志、杉本英夫、赤川宏幸、寺井学：生物多様性に配慮した都市緑地の設計手法、大林組技術研究所報 No.78、2014
- 6) 公益財団法人日本生態協会：青山大林ビルプロジェクトにおける屋上庭園に対する JHEP 認証審査レポート、2012

【筆者紹介】

杉本 英夫（すぎもと ひでお）
 (株)大林組
 技術本部技術研究所
 環境技術研究部
 副部長



松原 隆志（まつばら たかし）
 (株)大林組
 技術本部技術研究所
 環境技術研究部
 主任研究員



汚染された腐葉土層等を効果的・限定的に除去

SC クリーンシステムの開発

小 野 健 一

福島第一原子力発電所事故による放射能汚染地域の生活圏の森林において、標準方法である「落葉等堆積有機物の除去」による作業を進めたが、放射線量の低減効果が得られない箇所が多数あった。そこで、該当する箇所の一部において試験的に下層の腐葉土層を除去したところ、放射線量が大幅に低減した。本報文では、森林保全、森林内での作業性、除去物減容等の観点のもと開発した、汚染された腐葉土層等を効果的・限定的に除去するシステムについて紹介する。

キーワード：放射性物質、森林除染、森林保全、作業性、減容、SC クリーンシステム

1. はじめに

福島第一原子力発電所から南に 20 ～ 27 km の距離に位置する福島県双葉郡広野町では、2011 年 3 月の原発事故発生直後、全町民の避難を余儀無くされたが、2011 年 9 月末、いち早く緊急時避難準備区域としての指定が解除されると、JR 常磐線広野駅までの運転再開に加え、国により役場周辺及び文教施設の先行除染が実施され、2012 年 2 月原発事故の約一年後に生活圏の森林（家屋から 20 m の範囲）除染を含む除染作業を開始した。

森林除染の方法は当初より地表面の落葉等の堆積物のみを除去するものであったが、除染の効果、つまり放射線量の低減が他の家屋除染等と比べると低かった。

除染作業を進めつつこの原因を調査するとともに、森林除染の効果を高める方法を検討し開発したシステムについて紹介する（写真—1）。



写真—1 SC クリーンシステムの展示 (Radiex2015 in Fukushima)

2. 森林の汚染の実状と問題点

(1) 森林の汚染の実状

森林では、原発事故により放出された放射性物質は表面に堆積しているということから、除染の方法は地表の上位に堆積した「落葉等堆積有機物の除去」であった（写真—2）。尚、この作業性を高めるため、事前に森林内の下草、灌木の刈払い、集積及び搬出を実施した（写真—3）。

この時、除去の対象となった「落葉等堆積有機物」とは、熊手等で集積が可能な「リター（litter）層」と呼ばれる、ほとんど未分解の落葉、落枝等からなる層であり図—1に示す層位においてL層の部分である。

これにより森林の除染作業を進めていたが、多くの箇所では放射線量の低減量が少なく、逆に放射線量が増加した箇所もあった。

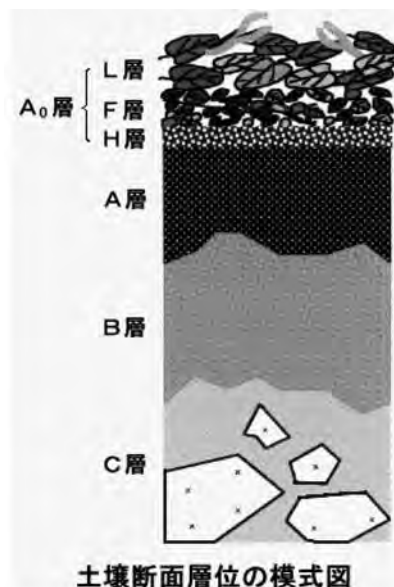
そこで、下層の腐葉土層を除去すると放射線量が大幅に低減した。



写真—2 落葉等の除去作業



写真—3 刈払いした下草・灌木の集積作業



土壌断面層位の模式図

出典：森林総合研究所九州支所 定期刊行物 九州の森と林業 第39号

図—1 土壌断面層位の模式図

幅に低減したことから、原発事故から既に一年が経過し、その間における大雨等の気象により、表面に堆積していた放射性物質は雨水等の浸透とともに腐葉土層等間隙のある下層へ浸潤してしまったと考えられた。また、放射線量が増加した箇所は、下層へ浸潤した放射性物質に対して遮蔽の役割を果たしていた表面の落葉等を除去した結果と考えられた。

尚、腐葉土層の除去は、その全てでは無く、層の上方の締りが緩い部分、すなわち間隙の多い部分を除去することで放射線量の大幅な低減効果が認められた。

(2) 問題点

以上より、森林除染では腐葉土層の上方のみを除去することで大幅な放射線量低減効果が得られるとともに、その効果に見合った除去物量の減容も図れるところであったが、以下の問題があった。

- ①植生の根が多く存在する腐葉土層の除去において、熊手等の用具では根に引っ掛けてしまい作業効率が著しく低下する。
- ②熊手等で集積しきれなかった汚染物は竹箒等での集積が可能であるが、植生の根の間から掻き出しながらの作業であるため作業性が低く、また、汚染物が掻き出しきれず残存する可能性がある。
- ③鋤等の農工具で根を断ち切りながら除去する方法が考えられるが、植生に大きな影響を与えるうえ、除去の深さが定め難く除去量の増加につながる。
- ④腐葉土層の余計な除去は、下層の鉱質土層が露呈し雨水等の浸食を受け易くなることで土壌の流亡につながる。
- ⑤除去量が増えることにより労力が増加する。

3. システムの開発

腐葉土層の除去における問題点を鑑み、システムの開発に着手した。

(1) 開発時の留意事項

開発時における留意事項を以下に示す。

- ①腐葉土層のうち、間隙の多い上方部分のみを除去すること。これにより、鉱質土層の露呈を少なくすること。
- ②植生の速やかな復旧を鑑み、植生の根を残すこと。また、傷付けないこと。
- ③汚染物の残存量を極力少なくすること。
- ④傾斜地及び木々の間を縫っての作業が可能なこと。
- ⑤機器の取り扱いが簡易であること。
- ⑥機器を狭小な場所にも運搬できるようにすること。
- ⑦大型土のう袋等回収容器に収納するまでの間、作業者の汚染物との接触機会を極力減じること。

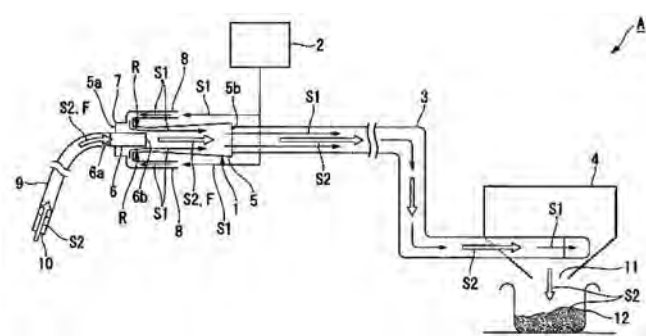
(2) 開発経過

(a) 汚染物の回収方法の検討

まず、汚染物の回収方法を検討した。根の隙間等にあつて竹箒等で掻き出しきれなかった残渣状の汚染物を、真空ポンプなどの真空吸引装置によって吸引し回収することは容易に考えられたが、十分な吸引力を確保できる作業範囲が小さく作業効率が低くなることが懸念された。また、回収した汚染物を直接、大型土のう袋等回収容器に収納することができれば、作業者の汚染物との接触機会は皆無となるが、その場合、吸引口と真空吸引装置との間に回収容器が設けられること等により、真空度の低下による吸引力の低下が懸念さ

れた。

そこで、吸引口付近に圧縮空気を回収容器側に向かって供給する装置（吸引力発生装置）を設置することで吸引管内に吸引力を発生させ汚染物を回収するとともに、供給された圧縮空気により圧送管を介し回収容器まで汚染物が空気搬送される「除去／回収システム」を開発した（図－2）。このシステムの最大の特徴は、吸引口から吸引力発生装置の間は負圧により汚染物が搬送されるが、吸引力発生装置から回収容器までは供給された圧縮空気により空気搬送されるため、回収容器の設置等による回収能力の低下が生じないことである。



1:吸引力発生装置 2:圧縮空気供給手段 3:圧送管 4:汚染物回収装置(分離装置)
9:吸引管 10:吸引口 12:回収容器

出典：公開特許公報 特開 2015-175778 より作成

図一2 除去／回収システムの模式図

また、圧縮空気の供給は一般のコンプレッサである。

よって、回収作業箇所には、以下の4点を持ち込むことで、運搬車両の乗り入れが可能な場所に設置された回収容器まで汚染物を搬送及び収納できるものである。

- ①吸引力発生装置
 - ②吸引力発生装置にコンプレッサから圧縮空気を供給するための耐圧ホース（φ50 mm）1本
 - ③吸引力発生装置に接続するホース（吸引管）
 - ④圧送管（φ100 mm 軽量サクションホース）1本
- (b) 回収容器への汚染物の収納方法の検討

除染作業における汚染物の回収容器は、耐候性大型土のう袋（ $\phi 110$ cm, H=110 cm）である。

圧送管と土のう袋の間に、圧送されてきた空気流を利用し、サイクロン現象を発生させることで汚染物と空気を分離する装置（分離装置）を製作し、それに設置した大型土のう袋に汚染物を収納するものとした。

また、分離した空気は分離装置に設置したフィルターを通して排出し、細かい土粒子等はフィルターで捕集することで汚染物の拡散を防止するものとした。

- (c) 除去の対象を限定する方法の検討

除去の対象を腐葉土層の上方の間隙のある部分、つ

まり多くの放射性物質が浸潤している可能性が高い部分のみに限定するために、吸引前にその部分をほぐすこととした。しかし、鋤等の用具でほぐした場合、根を傷付けたり下方の締まった層まで余計にほぐしてしまったり等、力加減が非常に難しい。

そこで、コンプレッサを使用した圧縮空気を当て、その吐出量を調整することで上方部分のみをほぐすこととした。作業箇所の腐葉土の状態に応じて圧縮空気の吐出量を調整し、間隙部分のみに空気を送り込みほぐすものである。

この装置は、吸引力発生装置に接続する耐圧ホースを使用できるように作成した。そして、圧縮空気が外方に漏れず腐葉土層の間隙部分に送り込まれるよう、また、解れた汚染物が飛散しないよう装置先端の吐出口付近にカバーを設置し、腐葉土層表面に押し当てるようにほぐす作業を実施することとした。

- (d) システムの運搬方法の検討

システムのうち分離装置は、その下に回収容器である大型土のう袋を設置しなければならないことから稼働時の高さが約3mとなる。このまま一般のトラックに積載した場合、高さが4m以上となり公道を運搬できないことから、サイクロン現象を発生させる上部の円筒部分を回転させて倒せるようにし、2tトラック積載時の高さを3.8m以下に抑えた。この結果、システム全体が2tトラック2台で運搬できるようになった（写真—4）。



写真—4 システムの運搬状況

4. システムの実証

- ### (1) 実証

実用性の実証のため、2013 年 10 月から 2014 年 1 月にかけて、広野町の生活圏の森林除染箇所 3 箇所において当該システムを使用した作業を実施し、最初の 1 箇所でシステムの調整、改善等を図り、後の 2 箇所で



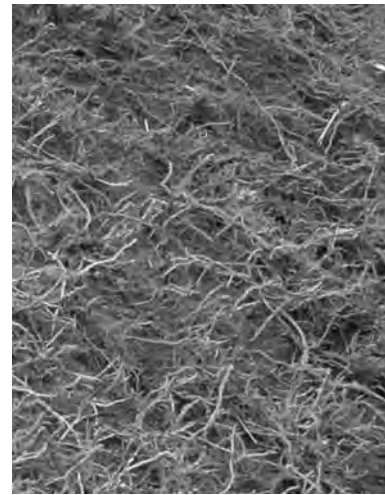
写真—5 実証作業前の森林状況



写真—7 実証作業前の土壌表面



写真—6 実証作業後の森林状況



写真—8 実証作業後の土壌表面

は放射線量の低減効果を確認した（写真—5、6）。

(a) 空間線量率の変化

広野町内2箇所（A：下浅見川地区、B：折木地区）における落葉等堆積有機物除去後、システムによる実証作業の実施前後の線量率及び低減率を表—1に示す。

表面線量率は半減以上となっており、そのことが空間線量率の大幅な低減につながっていると判断できる。

(b) 土壌表面の変化

実証作業前の土壌表面を写真—7に、実証作業後の土壌表面を写真—8に示す。

実証作業後において植生の根がしっかり残っている。

この結果、実用化について問題無いものと判断し、このシステムのうち汚染物を吸引し回収容器に収納す

る範囲の機構を、「汚染物の除去／回収システム」として2014年3月17日に特許出願し、既に2015年10月5日に特許出願公開済み（特開2015-175778）であるので、その詳細は公開特許公報を参照されたい。

また、2014年に環境省が開設している「除染技術探索サイト」に登録するにあたり、システム全体の名称を「SCクリーンシステム」とし、各装置にも名称を与えたので紹介する。

尚、「除染技術探索サイト」には技術名称「SCクリー

表—1 実証作業実施前後の線量率及び低減率

A	4測定点の平均値 ($\mu\text{Sv/h}$)			低減率
空間線量率 (遮蔽体無し)	at 1 cm	実施前	0.57	33%
		実施後	0.38	
	at 1 m	実施前	0.49	35%
		実施後	0.32	
表面線量率 (遮蔽体有り)	at 1 cm	実施前	0.41	54%
		実施後	0.19	

B	6測定点の平均値 ($\mu\text{Sv/h}$)			低減率
空間線量率 (遮蔽体無し)	at 1 cm	実施前	0.67	46%
		実施後	0.36	
	at 1 m	実施前	0.48	27%
		実施後	0.35	
表面線量率 (遮蔽体有り)	at 1 cm	実施前	0.40	58%
		実施後	0.17	

ンシステム（整理番号：T-00068）」として2014年11月11日に登録されているので、併せて参照されたい。

(2) 各装置の紹介

各装置とその使用状況を示す。

(a) ホレール（写真—9）



写真—9 ホレールによる腐葉土層のほぐし作業

圧縮空気を吹き出す装置である。

除去対象物にノズルを接近させ、圧縮空気を当てることで除去対象物をほぐす、また、掘り起こすものである。

(b) アツメール（写真—10～12）

ホレールでほぐされたもの、掘り起こされたもの及び植生の根に直接付着している土粒子を吸引により回収するものである。

(c) ワケール及びコンプレッサ等（写真—13）

アツメールにより吸引回収されたものは当該システムを構成する分離装置「ワケール」（写真左端）により空気と除去物に分離され、空気はフィルターを通して外部に排出され、放射性物質が付着している土粒子及び堆積有機物残渣等除去物はワケール下方に設置された大型土のう袋に回収されるものである。

ホレール及びアツメールは、土壌の流亡を防ぐ役割を担っているレベルの植生の根は切断までには至らない程度の圧力及び吸引力である。

(3) 技術の優位性

- ①一般の「土壌削り取り」に対して、雨水等による土壌の流亡を防いでいる植生の根を断ち切ることなく、放射性物質が付着している腐葉土層等中の土粒子及び堆積有機物残渣を除去できる。
- ②植生の根を残す分、除去物量を削減できることから、除染の進行の妨げとなっている仮置場の新設を減らすことにつながり、除染の進行に大きく寄与する。



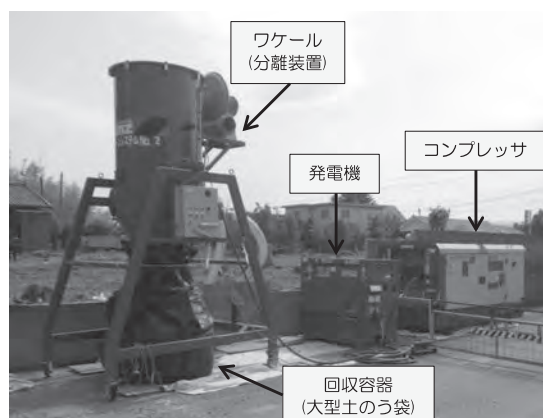
写真—10 アツメールによるほぐした腐葉土の吸引回収作業



写真—11 吸引回収前後の比較



写真—12 植生の根の残存状態



写真—13 ワケール及びコンプレッサ等

- ③除染箇所まではホース（φ50 mm の耐圧ホース及びφ100 mm のサクションホース）を通すスペースがあれば良いので、除去物搬出のための支障物の移動・撤去等の必要がほとんど無い。
- ④各装置の操作に資格は不要であるため、一般の作業員による作業が可能である。

5. システムによる除染作業の実施

2014 年 4 月より再び、広野町の生活圏の森林除染を実施する機会に恵まれた。これは、より生活圏の放射線量を低減させるためであった。

しかし、当初と同じことのみを実施しても大きな効果を得られないことから一部において腐葉土層を除去することとし、生活圏の森林除染範囲である家屋から 20 m の範囲の内、家屋への影響が大きい家屋側の林縁部から 5 m の範囲において開発直後の本システムによる除去作業を実施した。

2014 年 4 月から同年 11 月までの期間で約 20 ha を実施し、これによりシステムとして十分に熟成されたものである。

6. おわりに

2015 年 12 月 21 日、環境省は生活圏から離れた森林については除染を実施しない方針を示した。これは、森林中の放射性物質の 8 割程度が土壌表層に留まり、生活圏の空間線量に影響するような飛散、また、降雨などによる流出が確認されていないからだという。そして、落葉等を広範囲で除去すると表土の流出などの悪影響が懸念されるため、柵や土のうの設置で放射性物質を含む落葉や表土の流出を防ぐことが適切

との判断からである。しかし、2016 年 1 月 4 日、福島県と同県の被災市町村は、除染範囲を森林全体ではなく住宅周辺などにとどめる国の方針を見直すよう環境省に要望するとともに、調査研究を進めながら、森林全体の放射線量の低減につながる方策を示すよう求めた。

費用や除去物の保管場所の確保という面から、現実的に森林全体を除染するのは非常に困難であるため環境省の方針は一理ある。しかし、県の面積の 7 割が森林である福島県の住民にとっては、汚染されたままの森林に囲まれた生活は非常に不安である。

除染の実施を生活圏に限定する場合、生活圏の放射線量の更なる減少のために SC クリーンシステムの成果が寄与することとなれば幸いである。

謝 辞

本システムの開発にあたり、ご指導、ご協力を頂いた広野町、J リンク(株)、広野町除染作業業務に従事された方々に深く御礼申し上げます。

J C M A

《参考文献》

- ・日本国特許庁：公開特許公報 特許出願公開番号 特開 2015-175778 公開日 2015 年 10 月 5 日
- ・環境省：除染技術探索サイト ウェブページ (<https://www2.env.go.jp/dtox/>)

【筆者紹介】

小野 健一（おの けんいち）
清水建設(株) 土木東京支店
東北震災復興土木建設所
工事長



生物多様性評価ツールの開発と展開

「いきものプラス[®]」

生物多様性配慮に考慮した緑化計画を支援

青 木 貴 均・池 田 穰

生物多様性とは、生物の豊かな個性とそれらのつながりのことである。我々の社会は生物多様性の恩恵により成り立っていることから、生物多様性を損なうことによるリスクは社会全体に大きな影響を及ぼす。このリスクを回避することが企業の存続のための必須の要件になりつつある。建設会社においても緑化計画や顧客への提案において生物多様性を考慮した取り組みが望まれる。こうしたことから建設8社ではCASBEE（建築環境総合性能評価システム）に準じて生物多様性に配慮した緑化計画の設計支援を行うツール「いきものプラス[®]」（以下「本システム」という）を開発した。ここではこの内容について述べる。

キーワード：CASBEE（建築環境総合性能評価システム）、生物多様性、緑化計画、潜在自然植生、生物間ネットワーク

1. はじめに

生物多様性とは、人間を含めた様々な種類の生物がつながりを持って存在している状態を指す。我々の営んでいる生活や事業は、生物多様性の恩恵により成り立っている。このことから生物多様性の保全と持続可能な開発は、地球温暖化防止と並んで人類に課せられた大きな課題であり、企業存続のための必須の要件になりつつある。こうした背景から1992年の地球サミットにおいて「生物多様性条約」が採択され、我が国では2008年に「生物多様性基本法」が公布、これに基づき生物多様性国家戦略が策定されている。一般社団法人日本建設業連合会でも、「建設業の環境自主行動計画」において「生物多様性の保全」を挙げ、会員企業の取り組みの指針としている。さらに近年CASBEE（建築環境総合性能評価システム）において生物多様性に関する評価が取り入れられるなど、個々の緑化計画においても生物多様性への配慮が望まれる状況にある。

しかしながら建設分野の設計者にとって生物多様性はまだなじみの薄い概念である。緑化計画を立てる際、どのような植物をどの程度植栽すれば生物多様性に配慮することになるかの判断は容易ではない。このような状況から当社を含む建設8社は、建築物の緑化計画においてCASBEEに準じて生物多様性への取り組みを評価する本システムを2014年に開発した。ここではこの内容について述べる。

2. CASBEE の概要

CASBEEは、2001年に国土交通省が主導し、一般財団法人建築環境・省エネルギー機構内に設置の委員会によって開発された、建築環境総合性能評価システムである¹⁾。建物を環境性能で評価し、格付けする。省エネルギーや環境負荷の少ない資機材の使用といった環境配慮はもとより、室内の快適性や景観への配慮なども含めた建物の品質を総合的に評価する。評価対象となるのは、日本国内の新築・既存建築物である。CASBEEによる評価では「Sランク（素晴らしい）」、「Aランク（大変良い）」、「B⁺ランク（良い）」、「B⁻ランク（やや劣る）」、「Cランク（劣る）」の5段階の格付けが与えられる。またCASBEEには評価する対象のスケールに応じた住宅系、建築系、街区系、都市系の「CASBEEファミリー」と呼ばれる評価ツールがある。これらの評価ツールは、①建築物のライフサイクルを通じた評価ができること、②「建築物の環境品質（Q）」と「建築物の環境負荷（L）」の両側面から評価すること、③「環境効率」の考え方をういて新たに開発された評価指標「BEE（建築物の環境効率、Built Environment Efficiency）= Q/L」で評価する、という3つの理念に基づいて開発された。ここでは建築系の「CASBEE-建築（新築）」を対象とした。これは建築物の新築時において活用するツールである。そこでの具体的な評価項目には、「建築物の環境品質（Q）」として「Q1. 室内環境」、「Q2. サービス性能」、

図—1 建築物環境効率ランキングの表示例¹⁾

「Q3. 室外環境（敷地内）」の3つに大きく分けられる。また「建築物の環境負荷（L）」は「LR1. エネルギー」, 「LR2. 資源・マテリアル」, 「LR3. 敷地外環境」に大きく分けられる。図—1に建築物環境効率ランキングの表示例を示す。

3. 本システムの評価方法

本システムで扱う生物多様性に関連する項目を表—1にまとめた。「建築物の環境品質（Q）」としては「Q3. 室外環境（敷地内）」の中の「1. 生物環境の保全と創出」である。具体的な内容は緑化に関係するが、緑化には景観価値の創出や断熱・ヒートアイランド抑制などの機能が期待できる。そのため本ツールでは「Q3. 室外環境（敷地内）」における「2. まちなみ・景観への配慮」および「3. 地域性・アメニティへの配慮」の中の「3. 2. 敷地内温熱環境の向上」も評価項目とした。また「建築物の環境負荷（L）」としては「LR2. 資源・マテリアル」における「2. 非再生性資源の使用量削減」を挙げ、その中の「2. 4. 躯体材料以外におけるリサイクル材の使用」, 「2. 5. 持続可能な森林から産出された木材」を本ツールでの評価項目とした。一例として建築物の材料に違法伐採に由来しない森林認証のある木材を使用することにより、森林が持続可能な形で整備され生物多様性保全につながる事が挙げられる。

評価点は、CASBEE 対応型評価点と本システム評価点の2種類の点数で示される。CASBEE 対応型評価点は、CASBEE の評価基準に合わせて点数評価したものである。表—1で示した評価項目を、CASBEE で設定されている点数の重み付けにより、各項目に配点し、その総和を100点とした。一方、本システム評価点は、生物多様性に関する独自の観点から、同じ評価項目に関して、CASBEE 対応型評価点とは異なる重み付けで点数化した。具体的には公益財団法人日本生態系協会の行う JHEP 認証^{a)}などの他の生態系評価手法での評価項目も検討して、CASBEE における評価項目以外の項目も加え、評価の重み付けを変えている。

a) JHEP 認証：ハビタット評価認証制度（Japan Habitat Evaluation and Certification Program）公益財団法人 日本生態系協会が開発した生物多様性保全に関する取り組みの定量評価手法

4. 本システムの内容

(1) 評価機能

本システムのユーザーは、開発した建設8社の建築設計者を対象にしている。ユーザーは、初めに指定された URL にアクセスし、ユーザー ID / パスワードを入力することでトップページ（図—2）にアクセスできる。トップページには、設計案評価機能と3つの付加機能（「生物間ネットワーク検索システム」, 「三大都市圏—潜在自然植生 MAP」, 「CASBEE® 関連資料」）



図—2 本システムのトップ画面

表—1 本システムに用いた CASBEE の評価項目

評価分野	評価項目		
	大分類	中分類	小分類
建築物の環境品質 (Q)	Q3. 室外環境（敷地内）	1. 生物環境の保全と創出	
		2. まちなみ・景観への配慮	
		3. 地域性・アメニティへの配慮	3. 2. 敷地内温熱環境の向上
建築物の環境負荷 (L)	LR2. 資源・マテリアル	2. 非再生性資源の使用量削減	2. 4. 躯体材料以外におけるリサイクル材の使用
			2. 5. 持続可能な森林から産出された木材

リンク集」) のバナーがある。

評価機能を利用する場合は、「設計案評価システム」をクリックして、設計案の内容の入力を行う。内容は数値入力と語句選択入力の2種類がある。数値入力では敷地面積・建築面積・緑化面積など計10項目を入力する。語句選択入力では、CASBEEの各評価項目の内容を4つの選択肢に分け、「生物環境調査を実施したか」など生物多様性に関する取り組み内容についてチェックを入れる形式で計14問を入力する。それらを入力するとCASBEE対応型評価点と本システム評価点(独自評価点)の2種類の評価点が表示される

図一3 設計案評価点表示画面例

採点結果 CASBEE対応型評価点	採点結果 いきものプラス評価点	評価結果
77点以上	79点以上	++++(フォープラス)
48点以上	46点以上	+++ (スリープラス)
22点以上	23点以上	++ (ツープラス)
21点以上	22点以上	+(ワンプラス)

++++(フォープラス): CASBEEレベル4~5相当の段組みを行っています。
 +++(スリープラス): CASBEEレベル3~4相当の段組みを行っています。
 ++(ツープラス): CASBEEレベル2~3相当の段組みを行っています。
 +(ワンプラス): CASBEEレベル1~2相当の段組みを行っています。

図一4 評価点に基づく4つの評価指標

(図一3)。また評価点に基づく4つの評価指標(フォープラス, スリープラス, ツープラス, ワンプラス)が表示される(図一4)。

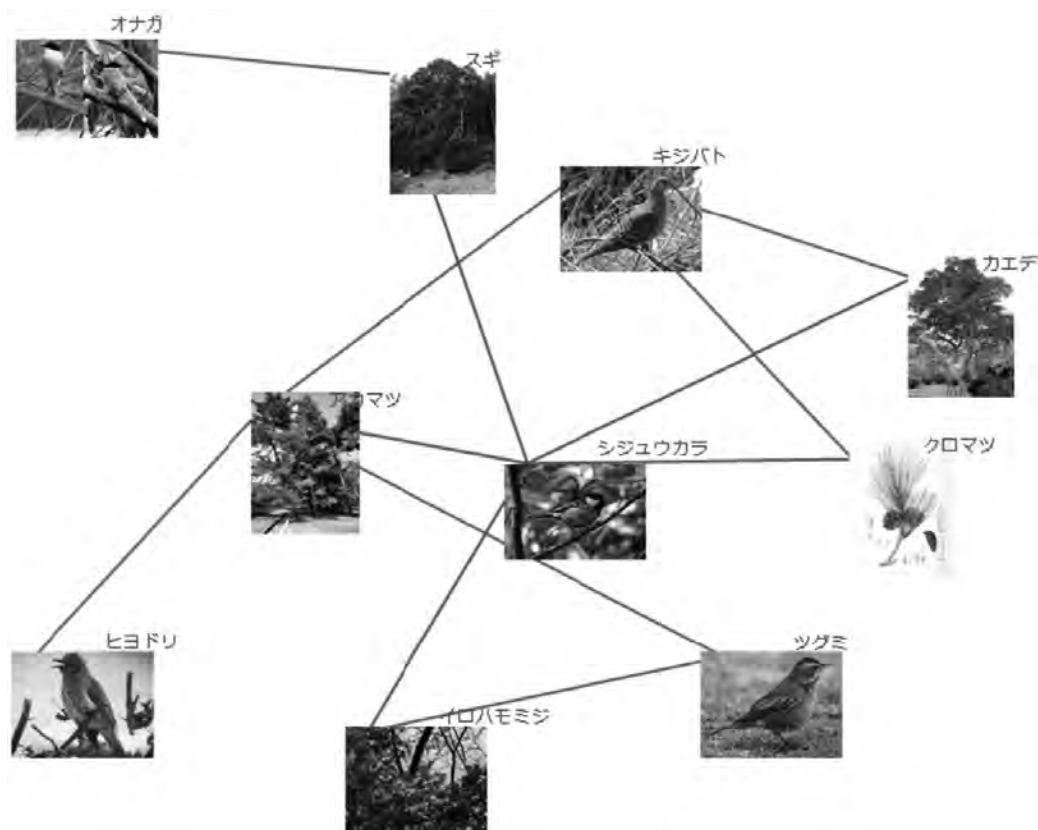
評価結果に基づき更に高い評価点を得るために、どのような植物を植栽すればよいかについても参照資料が提供される。具体的には、建物の所在地における潜在自然植生群集に基づく推奨植物が表示される。なお建築だけでなく法面緑化など土木の植栽計画にも利用できるように「市街地周辺(建築向け)」と「郊外周辺(土木向け)」それぞれの推奨植物が表示される(図一5)。また「植栽植物ガイド」においては高い評価点を得るための植栽樹木の本数、緑化面積が示されるとともに、推奨植物を植栽することで飛来が予想される鳥類・蝶類の種や写真などの情報が表示される(図一6)。

(2) 付加機能

本システムトップページの「設計案評価システム」の下段に3つの付加機能(「生物間ネットワーク検索システム」,「三大都市圏一潜在自然植生MAP」,「CASBEE®関連資料リンク集」)のバナーがある。「生物間ネットワーク検索システム」では、鳥類・蝶類と

図一6 鳥類情報表示画面例

図一5 推奨植物表示画面例(東京都一奥多摩エリア 市街地周辺: 左, 郊外周辺: 右)



図ー7 生物間ネットワーク表示画面例

その食餌植物のつながりがネットワーク状に図示される。例えば図ー7のように鳥類としてシジュウカラを選択した場合、その食餌植物とそれ以外の生物とのつながりが示される。この表示機能により緑化計画における植栽植物とそこに飛来する鳥類・蝶類も把握でき、生物多様性に配慮した緑化計画の提案が可能となる。「三大都市圏一潜在自然植生 MAP」は画面上のイメージマップを選択することにより、4. (1)「評価機能」で述べた形で潜在自然植生群集に基づく推奨植物が表示される。「CASBEE[®]関連資料リンク集」は、生物多様性に関連する用語、緑化に対する補助金の情報など参考となる環境省などのサイトをまとめている。

5. おわりに

本システム「いきものプラス」は2014年の開発以後、建設8社各社にて案件へ適用し、集合住宅、事務所、宿泊施設、病院、廃棄物処理場などの緑化計画の提案や設計に活用している。企業先の高い評価を受けて、集合住宅の販売パンフレットにおいて「いきものプラス」が紹介された事例もある。また2015年からは、8社で一つの外部サーバを共有していた本システ

ムの運用を各社個別のサーバで運用する体制に改め、今後は各社が独自に改良などを行えるようにした。今後各社では、オリジナルの改良も加えながら本ツールを積極的に活用するとともに、「いきものプラス連絡会」にて情報交換も行い、生物多様性に配慮した設計・施工案件の拡大を進めていく。

J C M A

《参考文献》

- 1) 一般社団法人 日本サステナブル建築協会, CASBEE[®]—建築（新築）建築環境総合性能評価システム 評価マニュアル（2014年版）改訂, 一般財団法人 建築環境・省エネルギー機構, 253pp., 2015

【筆者紹介】

青木 貴均（あおき たかひろ）
（株）安藤・間
技術本部 技術研究所 先端・環境研究部



池田 穰（いけだ ゆたか）
（株）安藤・間
技術本部 技術研究所 先端・環境研究部
主任研究員



サンゴ礁州島形成メカニズムの解明

サンゴ礁の維持保全へ貢献できるモデルを目指して

片山 裕之・茅根 創・田島 芳満

サンゴ礁州島とは、サンゴ礁上にサンゴ礫などが打ち上げられて作られる地形で、インド洋や太平洋島嶼国で多く見られる。サンゴ礁のリーフエッジで碎波が生じ、その強い流れによってサンゴ礫が運搬・堆積することにより形成されるが、台風などの暴浪時に短時間（数時間～数ヶ月）で形成された事例も見られる。従って、その形成メカニズムを理解することで、わが国島嶼部だけに留まらず、地球温暖化による海面上昇によって水没が危惧されている太平洋の島嶼国の国土保全に役立てる新しい生態工学技術として実用化が期待される。本稿では、サンゴ礁州島の形成メカニズムについて、モデル州島の現地調査や室内水理模型実験によって検討を行った結果を報告する。

キーワード：サンゴ礁州島，サンゴ礁海岸保全，サンゴ砂礫，急勾配リーフ地形，波浪変形

1. はじめに

サンゴ礁州島は、サンゴ礁上にサンゴ礫などが打ち上げられて作られる地形である。サンゴ礁のリーフエッジで強制的に作られる碎波によって乱れを伴う強い流れが発生し、その流れによってサンゴ礁上でサンゴ礫が運搬・堆積することによって形成される（図—1）。その形成過程が、底質の違いも含め、我が国本土の海岸とはさまざまな点で異なっていることに加え、急峻な地形と碎波による乱れの現象を含むためその定量的理解は十分でない。

サンゴ礁州島は比較的短時間（台風による数時間～数ヶ月）で形成されることがあるので、その形成技術を実用化できれば、サンゴ礁海岸の防護や国土保全、とくに地球温暖化による海面上昇によって水没の危機

にある我が国島嶼部や太平洋島嶼国、特にマーシャル諸島共和国やツバル、モルジブなど環礁国家の国土保全に大きく資する技術として実用化が期待できる。本稿では、サンゴ礁州島の形成メカニズムを現地調査と水槽実験および数値解析によって検討し、これに基づくサンゴ礁州島形成モデルの開発状況を報告するものである。

2. モデル州島「バラス島」の現地調査¹⁾

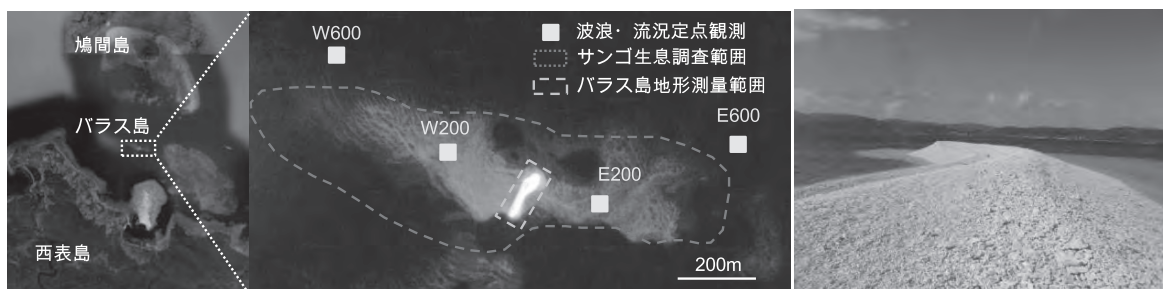
(1) バラス島の概要

調査地点は、沖縄県八重山地方の西表島北方に位置するバラス島を対象とした（図—2）。バラス島は長軸約 1.0 km、短軸約 0.3 km、全周に勾配約 1/30 の急勾配斜面を持つ楕円形リーフ上のほぼ中央に位置する。また、北を鳩間島、南を西表島に遮蔽されており、作用する外力は東西方向に限定される。

バラス島周辺はミドリイシ属を主体とするサンゴ礁が繁茂していることから八重山地方でも有数のレジャースポットとなっており、以前より高波浪の際に大規模な地形変化をもたらすことが知られていた。また、現地住民からのヒアリングや衛星写真等によると、50 年以上にわたり地形変化を伴いながら維持されてきたことも明らかとなっている。しかし、外力履歴やサンゴの白化による壊死と、それによって供給されるサンゴ礫の関係など不明な点も多い。



図—1 サンゴ礁州島形成イメージ

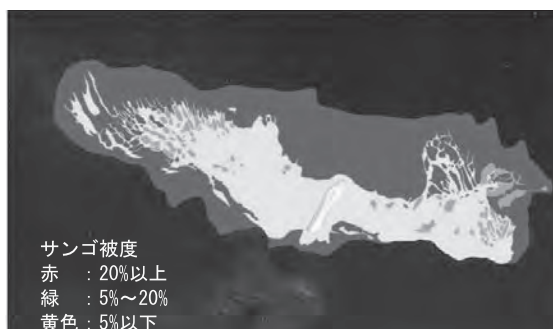
図一2 モデルとしたサンゴ礁州島「バラス島」¹⁾

(2) 調査内容

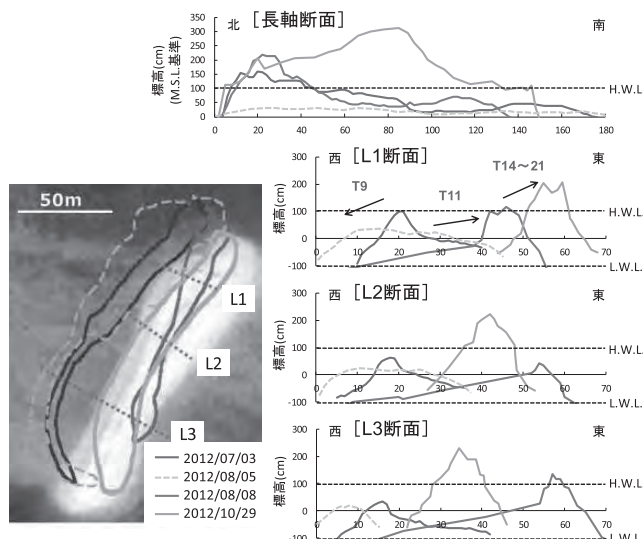
州島の形成材料であるサンゴ礫の生物学的な供給量を調査するために、バラス島周辺のサンゴの生息状況・サンゴ礫の広がりを平面的に把握した。そのためにサンゴ被度調査を実施し、得られたデータを基にハビタットマップを作成した。また同時に、バラス島の地形変化特性を把握するため、2012年7月から10月の台風期を中心にその外力となる海象（波浪・流れ）を図一2に示すリーフ内外4箇所の定点観測を行った。同時に、観測期間中の高波浪来襲前後計4回の地形測量を行った。

(3) 調査結果

図一3にはサンゴ被度マップを示す。バラス島周辺のリーフフラットは、ほとんどが死滅したサンゴ由来のサンゴ礫が堆積しており、その堆積厚は1m以上であった。また、リーフ南東側以外のリーフエッジ付近ではサンゴ被度が20%以上となっていた。その半面、リーフ南東側ではサンゴの生育は確認されず、代わりにリーフエッジからリーフ斜面へのサンゴ礫の落込みが確認された。被度調査から、ごく最近のバラス島の移動は、バラス島東西300m前後のサンゴ礫の移動のみによって行われていると推定された。同時に、リーフエッジ付近に底質となるサンゴが潤沢に繁茂しており、サンゴの大規模な白化と大きな外力が起因すれば島を形成するのに十分なサンゴ礫の供給があるものと考えられた。



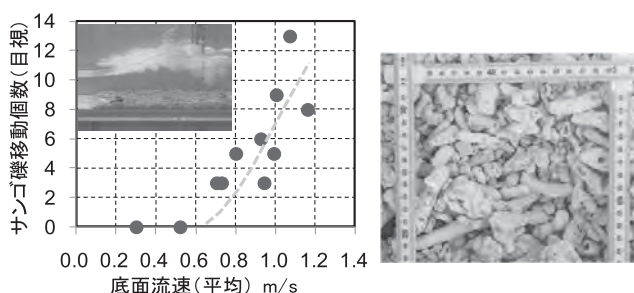
図一3 バラス島周辺のサンゴ被度マップ

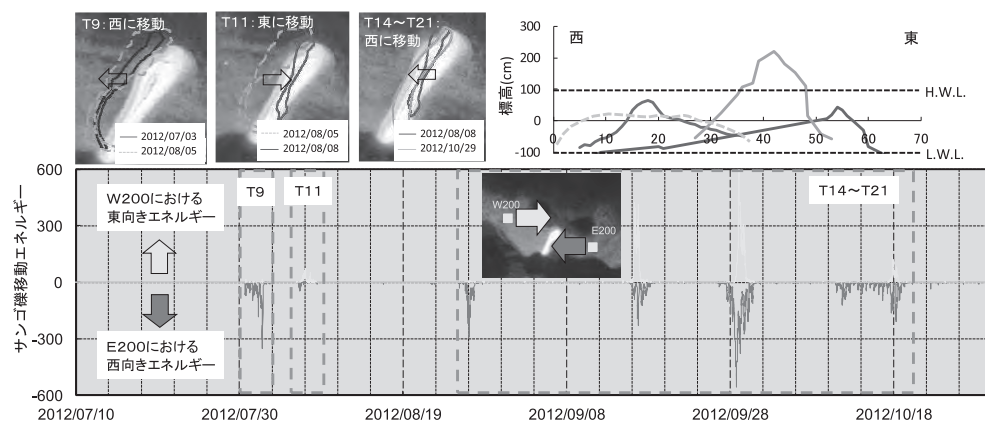
図一4 観測期間中の汀線測量結果¹⁾

観測期間中には西表島周辺を計7回の台風が通過し、バラス島周辺で最大有義波高3m超であった。また観測期間中に、台風9号通過前の2012年7月3日および通過後の8月5日、台風11号通過後の8月8日、台風14号～台風21号通過後の2012年10月29日の計4回の汀線測量を行った。その結果、面積の拡大・縮小を伴いながらの東西への島の大規模な地形変化（堆積・侵食・移動）を捉えることができた（図一4）。

(4) バラス島地形変化の考察

調査期間内に生じたバラス島の優位な地形変化を考察するために、リーフ上における実サンゴ礫の移動限界を確認する2次元断面水槽実験を行った（図一5）。

図一5 底面流速とサンゴ礫移動可否の関係¹⁾

図—6 底質移動エネルギーの経時変化¹⁾

バラス島周辺より採取したミドリイシ属を主体とする枝サンゴ礁中心の実物（直径約 15 mm × 長さ 4 ～ 12 cm, 水中重量 10 ～ 60 g）を実験水路中央部に 3 cm 厚に敷設し、現地スケールの流れを再現するために段波発生装置より造波した 0.5 m/s ～ 1.1 m/s の一様流を与えた。その結果、底面流速が概ね 0.7 m/s を越えると表層部のサンゴ礁が滑動を開始するが、移動したサンゴ礁の大きさは大小さまざまであった。これより、バラス島周辺のサンゴ礁の底面流速移動限界値は概ね 0.7 m/s と推定した。

次に、リーフ内観測地点の E200 と W200 で得られた東西成分流速を基に、水理実験より定義したサンゴ礁の移動限界流速値を閾値とし、各地点における流速値の 2 乗をサンゴ礁の移動エネルギーと定義し、外力の東西卓越方向とバラス島の移動方向を評価した（図—6）。移動エネルギーは、それぞれの地点でバラス島の移動方向成分から閾値以上のエネルギーのみを抽出した。この結果より、台風 9 号来襲時は西向きのエネルギーが、台風 11 号では東向きのエネルギーが卓越しており、バラス島移動方向と傾向が一致する。同様に、台風 16 号および 17 号ではピークに時間差を伴いながら東向き、西向き双方からの外力が作用している。特に台風が接近した場合、時間経過と共に外力の作用方向が変化しやすく、島の移動方向も変化すると考えられる。以上より、バラス島では一方向から移動限界を超える外力が作用すると地形変化が生じるが州島の拡大には至らず、拡大するためには東西両方向からの外力が必要と推定された。

3. 平面水槽実験による州島形成の再現^{2), 3)}

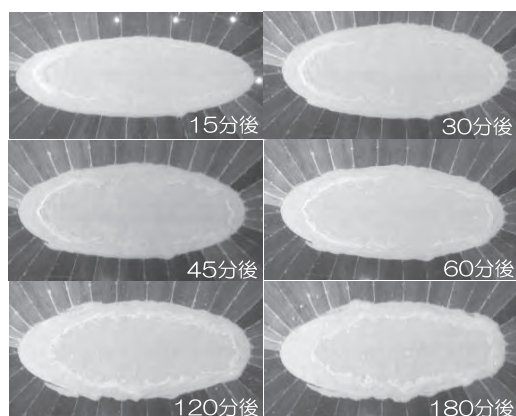
(1) 実験概要

バラス島の調査により、急勾配リーフ地形上にサンゴ礁州島が維持される機構が定性的に理解された。次

に、州島形成時のメカニズムを把握するために平面水槽実験を行った。実験は、五洋建設(株)技術研究所所有の反射波吸収制御を有する平面水槽（幅 30 m × 奥行 20 m × 深さ 1.2 m）に、一般化したサンゴ礁州島を実験縮尺 1/100 を想定し模擬した固定床開放型リーフ地形を有する急勾配リーフ模型を用いた。リーフ面は、パッチ状サンゴによる粗度を模擬しモルタル粗仕上げとし、現地サンゴ礁を想定した中央粒径 0.61 mm の珪砂を敷き均し初期砂面を形成した。波浪条件、リーフ上水深、初期砂層厚の条件を変化させ計 6 ケースの波を作用させ、各波浪条件の規則波を 15 分間作用させた後、超音波式砂面計にて平面的な地形測量を行った。更に波を 15 分ずつ作用させた 30 分後、45 分後、60 分後の地形測量を行い、底質の移動量を評価した。60 分後でも平衡地形に達していない場合は最大 180 分後まで波を作用させた。入射波条件やリーフ上の波や流れについては、砂を敷設しない固定床モルタル面の状態で、リーフ上の水位・流速を測定した。

(2) 実験結果

基本ケースにおける造波開始後 15 分後から 180 分後までの底質の移動状況を示した（写真—1）。15 分経過後には前面のリーフエッジから約 50 cm 後退した位置からつながるようにリング状の堆積が形成され、堆積頂部は静水面上に干出していた。15 分後ではリーフ中央から後方にかけての堆積はわずかであったが、時間が経過するとともにリング上の堆積地形が拡大し、120 分後にはほぼ完全につながったリング状の干出地形が完成し、リーフエッジ側の堆積位置は少しずつ後退をしたが 180 分経過後も維持されていた。過年度²⁾に台風による高波浪を想定した移動床実験を行った際は、リーフ上の底質がリーフエッジの強い碎波の影響で岸側に輸送される過程で一時的にリーフ中央部に干出地形が形成されたものの、時間の経過と

写真—1 リーフ上地形の時間変化の一例³⁾

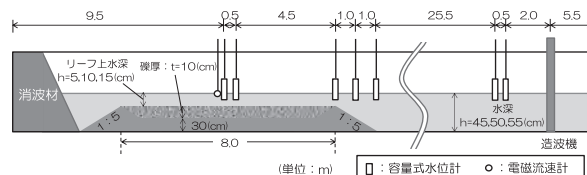
もにリーフ後方へ流出していた。しかし本条件では、波高が小さく周期が短いことでリーフエッジの碎波の影響が軽減し、また波長に対してリーフサイズが相対的に大きくなったことで環礁リーフ特有の回折波の寄与が拡大し、リング状の堆積が形成されたものと考察される。また同じエネルギーの不規則波のケースの方がリーフエッジ後方の堆積位置は若干後退しているものの、全体的に堆積幅が広く安定した堆積となったことより、高波浪による掃流効果だけでなく、低波浪時の堆積前面側斜面を急勾配化させる効果も影響すると考えられる。

以上の結果から、リーフ上のサンゴ礁州島の形成・維持過程には、リーフエッジにおける碎波による波高減衰とリーフサイズと波長との相対関係および堆積地形形成によるリーフ内への波・流れの遮蔽効果が重要であることが明らかとなった。

4. サンゴ礫を使った断面移動床実験⁴⁾

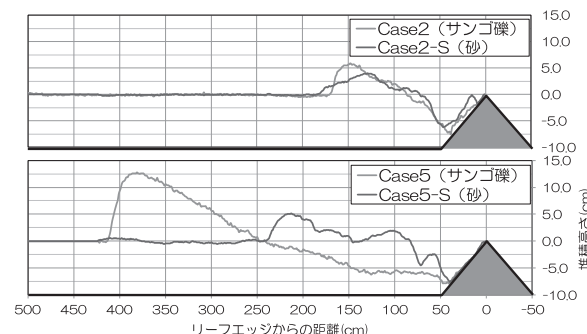
平面実験によって、サンゴ礁リーフ上に干出する堆積地形が形成されるメカニズムが理解された。ただし、実験スケールの都合上、砂をサンゴ礫に見立てて検討しているため、実際のサンゴ礁州島の形成物であるサンゴ礫の特徴、即ち砂と異なり枝状やテーブル状で内部に空隙を含む構造を反映できていない。ここでは、底質の違いの影響を把握するため、実サンゴ砂礫を用いた2次元移動床水理模型実験を行い、通常の場合との移動形態の相違点を考察した。

実験は先に行ったサンゴ礫移動実験と同じ断面水槽を用いた。実験縮尺は1/10を想定し、一般的なサンゴ礁州島を模擬した固定床急勾配リーフ地形を設け、リーフエッジ部を強固な岩礁を想定し固定式とし、リーフ面は底質の透水性を考慮するため底質を10 cm厚で一様に敷設した(図—7)。この状態に波浪、水

図—7 リーフ模型と計測器配置⁴⁾

深の条件を変えて波を作用させ、造波開始10分後、20分後、30分後、45分後、60分後、120分後の地形を測量した。

図—8に造波開始120分後のCase2(低波浪条件)とCase5(高波浪条件)のサンゴ礫と砂の堆積形状の違いを示す。Case2はサンゴ礫と砂とも、Case5は砂のみ平衡地形になっている。Case5のサンゴ礫は造波開始120分以降も岸向漂砂が進行した。リーフエッジで碎波の起こるCase2では周期が短く波高減衰が大きいことからサンゴ礫、砂ともにリーフ上の外力が小さくなり堆積形状に有意な差異は認められないが、Case5ではサンゴ礫と比較して砂の移動量は大幅に小さい。サンゴ礫は砂粒子よりも見かけの水中比重が小さいため、移動限界の外力を超えると碎波に伴う乱れや流れ、波動流速によって運ばれやすいことが要因であると考えられる。また砂に比べサンゴ礫の方が堆積高も大きくなる様子から、空隙のある透水性の高い構造から、リーフ上の波や流れを受け流す特性があると考えられる。

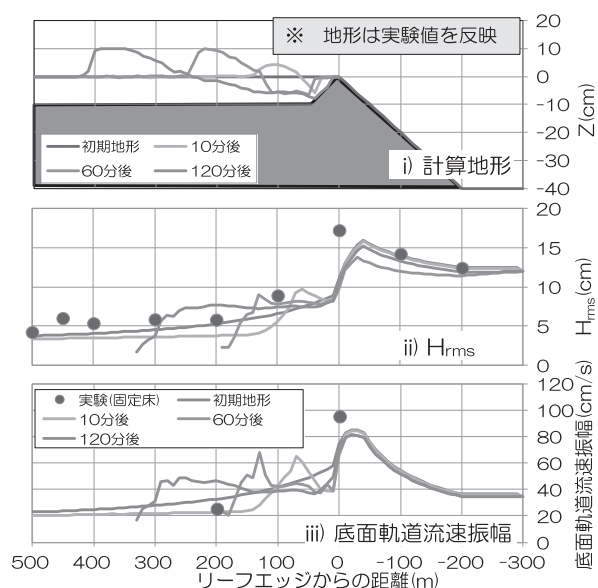
図—8 底質による地形変化の違い(120分後)⁴⁾

5. 数値モデルによる検討

(1) 急勾配リーフにおける波浪場再現

現地観測、水理模型実験から、サンゴ州島形成にとつ

て、特有の地形である急勾配リーフ地形における外力（波、流れ）の推定が重要であることがわかった。本研究では、実務への適用性が比較的容易であり、計算の安定性に優れたエネルギー平衡方程式を基本とし、急勾配リーフ上での碎波変形を考慮した田島らのモデル⁵⁾の改良モデル⁶⁾を用いた。図—9は、4章の実験で取得した地形データ（造波開始10分後、60分後、120分後）に対して、各時刻における波高分布、底面軌道流速分布を計算したものである。なお、図中の実験値は固定床実験結果である。初期地形での波高分布

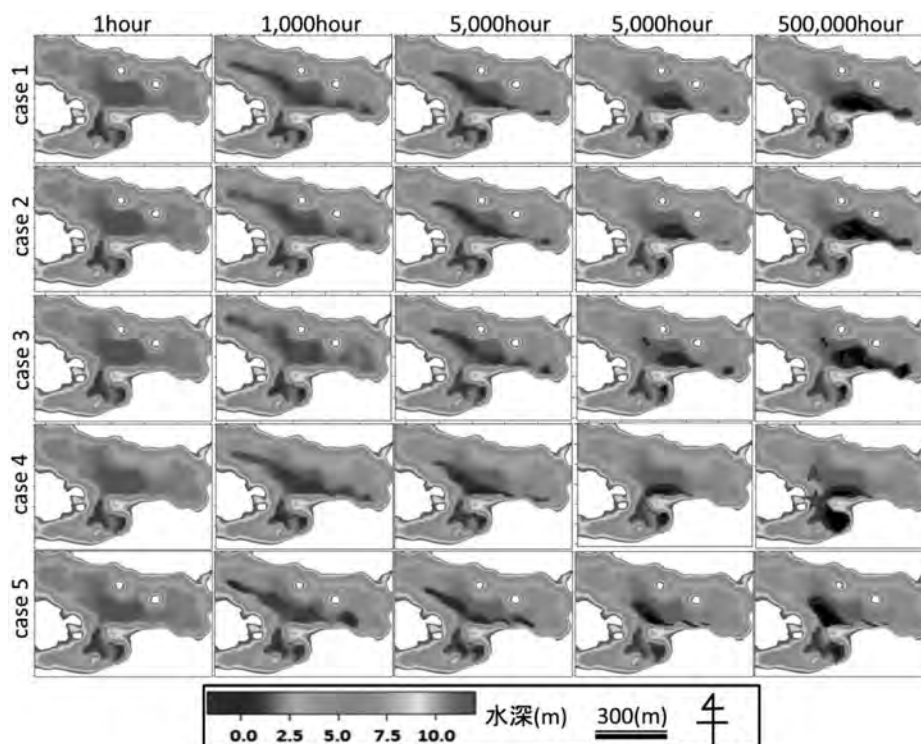


図—9 エネルギー平衡方程式による地形遷移に伴う外力場推算結果⁴⁾

は対応が良く、地形遷移過程の波高分布も岸向漂砂の進行に伴いリーフ上の波高値のピークもリーフ後方へシフトする傾向が示され、実験時に見られるように波が時間経過とともにサンゴ前浜上を遡上し波高が高くなる状況と一致している。底面軌道流速振幅は概ね一致するものの、検証データが少なく精度検証が今後の課題である。

(2) バラス島のサンゴ礫集積過程の再現

ここまでの知見を参考に、バラス島周辺のサンゴ礫集積の再現計算を試みた⁷⁾。当該地点における過去の波浪統計データに基づき、波浪条件、潮位条件をランダムに設定し、波浪、海浜流の計算結果からサンゴ砂礫移動に伴う地形変化を計算し、これを繰り返すことにより徐々にサンゴ礫が集積され州島が形成される様子の再現を試みた。なお、サンゴ礫の移動は掃流状態を仮定し、リーフ上の初期サンゴ砂礫層厚を15 cmとし、被度率20%以上の領域では毎年1 cm厚ずつ供給があるものとした。サンゴ礫の掃流力として波のみを考慮した場合（case 1）、波と潮流を考慮した場合（case 2）、波と海浜流を考慮した場合（case 3）、case 1でバラス島北側の窪地を取り除いた場合（case 4）、同じくcase 1で西表島の沖合に位置する鳩間島を除いた場合（case 5）におけるサンゴ礫の集積状況の再現計算結果を図—10に示す。サンゴ礫の移動特性は主に波による掃流移動によって特徴づけられ、



図—10 バラス島へのサンゴ礫集積再現計算⁷⁾

リーフ上での碎波に伴い掃流力が低減することや、鳩間島や窪地の影響によって来襲波の波向きが東西方向からに限定されることによって、バラス島の位置するリーフ中央部に集積する様子が妥当に再現された。

6. おわりに

本稿では、サンゴ礁州島形成メカニズムについての研究開発状況を報告した。著者らは、今後も本研究を継続し、国内外のサンゴ礁海岸や離島保全に役立てるよう研究開発を進め、国土保全に貢献していきたいと考えている。なお本成果は、国土交通省の建設技術研究開発助成制度の採択課題「サンゴ礁州島形成モデルの開発」（研究代表者：東京大学 茅根 創）および国土交通省河川砂防技術研究開発で採択され、国土技術政策総合研究所から委託された「サンゴ礁海岸保全モデルの開発」（研究代表者：東京大学 茅根 創）により得られた委託研究成果の一部である。

J C M A

《参考文献》

- 1) 鈴木拓也, 茅根創, 岩塚雄大, 片山裕之, 関本恒浩, 磯部雅彦: サンゴ礁州島の地形変化メカニズムに関する研究, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol. 69, No. 2, pp.I_838-I_843, 2013.
- 2) 岩塚雄大, 片山裕之, 関本恒浩, 青木健次, 茅根創, 磯部雅彦: 急勾配リーフ上のサンゴ礁州島形成メカニズムに関する研究, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 68, No. 2, pp.I_476-I_480, 2012.
- 3) 片山裕之, 高橋研也, 関本恒浩, 茅根創, 磯部雅彦: 急勾配リーフ上のサンゴ礁州島形成・維持過程の研究, 土木学会論文集 B2 (海岸工学),

Vol. 70, No. 2, pp.I_726-I_730, 2014.

- 4) 岩塚雄大・琴浦毅・片山裕之・田島芳満・茅根創: サンゴ礫による地形変化の基礎的検討, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 71, No. 2, pp. I_517-I_522, 2015.
- 5) 田島芳満・Ole Secher Madsen: 碎波帯内外における底面流速波形の非対称性とそのモデリングについて, 海岸工学論文集, 第 51 巻, pp.21-25, 2004.
- 6) 関本恒浩・中嶋さやか・片山裕之・高橋研也: 急勾配を有するリーフ地形上の波浪エネルギーによる波浪場評価に関する研究, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 68, No. 2, pp. I_51-I_55, 2012.
- 7) 竹森 涼・田島芳満・藤川大樹・茅根創: 孤立リーフ上におけるサンゴ砂礫集積メカニズムの分析, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 71, No. 2, pp. I_721-I_726, 2015.

【筆者紹介】

片山 裕之 (かたやま ひろゆき)
五洋建設㈱
名古屋支店 土木営業部
担当部長



茅根 創 (かやね はじめ)
東京大学大学院
理学系研究科 地球惑星科学専攻
教授



田島 芳満 (たじま よしみつ)
東京大学大学院
工学系研究科 社会基盤学専攻
教授



生態系との共存を実現する 「多摩ニュータウン東山」での街づくり

石 隆 幸

戦後の高度経済成長期における深刻な住宅供給数不足を背景に、人口集中の著しい市街地周辺の地域において、健全で居住環境の良好な住宅地を大量に供給することを目的とした新住宅市街地開発法が制定された。この法律に基づいて開発される計画事業は、単なる宅地の供給だけでなく、地域全般の基盤整備も含む都市計画事業として整備されるものである。しかしながら、経済状況や社会情勢の変化から事業区域として収用されながらも供給を先送りされる区域も存在する。本事業地は、東京都西部の4市にまたがる多摩ニュータウン都市計画の中で最後の大型団地といわれた多摩ニュータウン第19住区であった。

キーワード：環境アセスメント、多摩丘陵、生物多様性、生態系、緑地の連続性、自然資産の保全、里山

1. はじめに

多摩ニュータウン都市計画は1965年に決定して以来、様々な時代のうねりを経過している。1970年代初頭のオイルショック、1990年代のバブル景気崩壊、そして近年では2007年以降のサブプライム住宅ローン危機とリーマンショック。少子高齢化、住宅着工戸数減少、環境配慮への意識向上という社会的背景の中、本事業は2007年、民間企業2社で構成される共同事業体に引き継がれることとなった。事業区域は322,102 m²、東京ドーム約7個分という広大な敷地である。自然地を含むこの規模の開発事業は、東京都の自然保護条例による規制の対象となる。我々は、本事業を事業化する前に、開発事業による環境影響を調査、予測、評価する、いわゆる「環境アセスメント（環境影響評価）」を行う必要があった。この調査により、生態系とも共存する環境共生型の街づくりを目指すことになったのである。

2. 概要

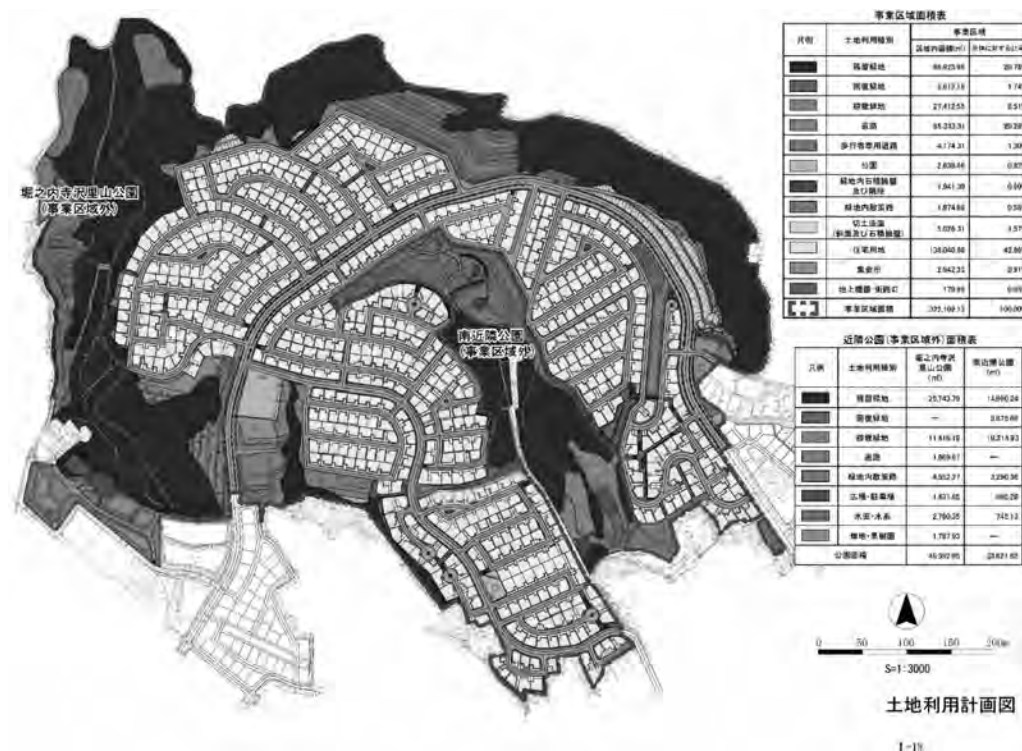
開発総戸数は、681戸＋集会所用地2戸。宅地面積は、開発面積322,102 m²のうち137,647 m²。宅地化率約42%という極めて低い宅地化率である一方、緑地面積は109,177 m²で約33%という高い緑地保全率である。1宅地当たりの最低面積185 m²というゆとりある規模と、必要壁面後退距離1 m、建ぺい率40%、容積率80%と全体的にゆったりとした住戸計画とな

る地区計画が制定されている。更に地区計画では、第1種低層住居専用地域という用途地域でありながら、建築可能用途を住宅、集会所、寺社寺院、駐在所に制限しているため、喧騒な物件が建築できない閑静な街となっている（図—1）。

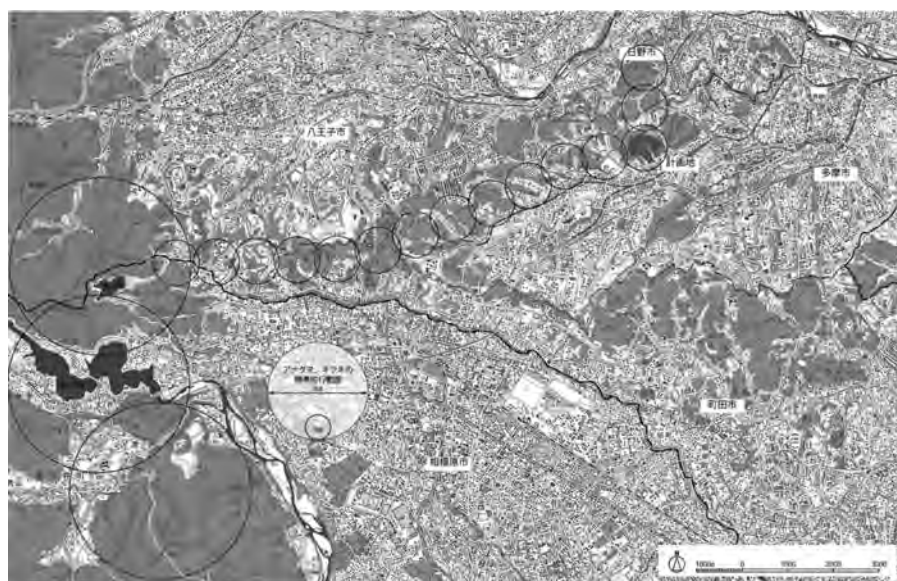
3. 環境アセスメント

事業地は、東京都5大丘陵のひとつ「多摩丘陵」の一角に位置する。多摩丘陵の緑地は、関東山地や丹沢山地と連続しながら樹枝状に東方向に伸びているが、その多くが開発などによって分断化、孤立化している。そのような中で、本事業地は津久井湖から東側へ連続して延びる緑地帯に立地（図—2）。周辺には自然公園や大学敷地など担保性の高い緑地が多く分布している。我々は、有識者との現地調査やこれらの隣接近接する緑地環境から、生物多様性保全への取り組み効果が地域全体に波及する可能性が大きい点に着目した。

調査で確認された動植物の種類は1,807種（動物1,159、植物648）であり、都市近郊としては豊かで多様な生物相に恵まれている。かつては多摩丘陵で普通に見られたウサギやタヌキやキツネ（写真—1）、また、近年では貴重種として扱われている猛禽類や両生類や昆虫類、山野草が生息する環境があり、これらの生物は、それぞれの生息域ですみ分けと食い分けをすることで相互に連携しあいながら生態系を構築しており、いずれも猛禽類を頂点としたピラミッドで構成されている。



図—1 全体土地利用計画図



図—2 関東山地にある津久井湖から連続する緑地にある事業地



写真—1 現地撮影されたキツネ

4. 生物多様性保全への取り組み

(1) 回廊緑地（動物の移動経路）

多様な生物相が成立するためには広大な生息域が必要とされる。本事業地が、都市近郊でありながらその多様性に恵まれている最大の理由は、周辺緑地との連続連続にある。この緑のつながりが点在する緑地をひとつの生息域として機能させ、そして、野生動物たちの活動域を多方に広げ、その成立を可能とさせているのだ。例えば、都心にも広々とした代々木公園（約

54 万 m^2) や新宿御苑 (約 58 万 m^2) などの緑地は存在するが、そこにウサギやキツネなどの野生動物を見ることはできない。この規模の緑地であっても多様な生態系を成立させるにはあまりにも狭すぎるのだ。我々が、本事業を開発するにあたり最も重要視した施策は、この緑地の連続性を断ち切らないことにあった。

事業地の周囲に残留している緑地と、事業地の中央に抱きかかえるように位置する自然公園とが連絡する緑地を整備する。この緑地が生息動物の移動経路となり、従前の生態系の残存を可能とする。我々はこのループ状に配置された緑地を回廊緑地と呼んでいる (図—3)。



図-3 回廊緑地

(2) 自生する資源の保全

事業地には、多摩丘陵の自生種の雑木林が多く分布するだけでなく、現在では貴重種として扱われる多くの山野草が生育していた。また、事業地の中央付近には、推定樹齢 200 年のスダジイが存在している。古来からこの地で引き継がれてきたこれらの自然資産を後世に継承していくため、我々は以下の保全処置を施している。

- ・事業区域内において確認された景観木となる大木 199 本の内、樹木活力など移植適否調査によって対象とした 13 本を大景木として事業地内に移植 (写真—2)。その他、街なかに馴染みやすい自生種の内、同じく移植適正な個体を 100 本以上保全し、道路緑地や公園などの街のコミュニティスペースに移植している。
- ・巨木であるスダジイは移植には適さないので、周



写真-2 景観木の移植工事



写真-3 すだじい公園

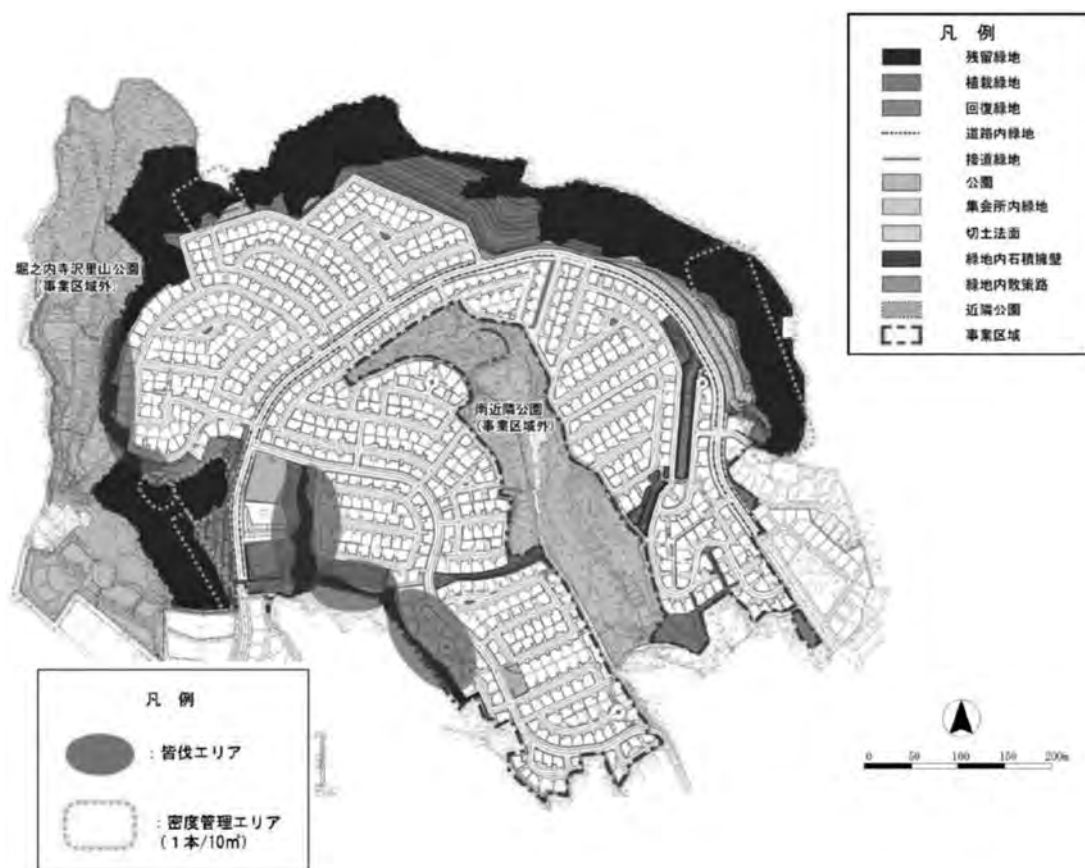
囲を公園として整備しそのまま保全した (写真—3)。

- ・点在していた貴重な山野草については、事業地内だけでは適正地が不足していたため、隣接している保全緑地も移植先として採用。移植完了の 1 年後にはモニタリングを実施し、活着、生育状況の確認をしている。
- ・永年培われてきた養分豊富な表土は、漉き取って一時的に集積保全し、各宅地の表面 30 ~ 40 cm に敷きならして再利用している。

(3) 里山の回復

一部の緑地では、林床にアズマネザサが繁茂していたため山野草が生息できない環境にあった。また、竹林の侵食が放置されて雑木林が維持されない樹林地もあり、緑地として保全されるエリアについては、これらの密度管理を実施して林相を改良。住宅地の近接エリアにおいては皆伐し、防根シートの設置によって拡範防止を施している (図—4)。

宅地造成によって改変された緑地には、仮移植していた中高木や事業地内に点在していた実生木を植樹し、可能な限り事業地内の植物を利用した緑地の回復に努めている。



図—4 竹林管理計画図

(4) 両生類繁殖地の創出

事業地内には、アカガエルなどの両生類が多数生息しており、隣接している保全緑地には絶滅危惧種Ⅱ類に指定されているトウキョウサンショウウオの生体も確認されている。その生息域の雨水流域の一部が事業区域内にあることから、各宅地内には雨水浸透層を設置し、宅地外においても透水性舗装を多用するなど、可能な限りの雨水地下浸透を図っている。また、カエル類の繁殖地となっていた谷戸のたまり池が造成によって消失してしまうため、新たな繁殖地としてビオトープを整備している（写真—4）。



写真—4 ビオトープ

5. 里山の維持管理

里山とは人の手が入らなければ徐々に荒廃し、健全な機能を果たさなくなる。特に、竹林の侵食は最大の要因であり、今後人と山とが共存していくためには人による里山管理が必須である。人と山が共存するためには、里山と共に暮らし恵みを楽しむ事業地の住民による、継続的な里山管理が必要であると我々は考えた。ただ、環境保全の観点からのみで委託しても到底受け入れられるものではなく、我々はまず住民に里山の恩恵を理解し愛着を抱いていただく必要があった。そのために、住民方々を対象とした森の恵みを体感できる様々なイベントを事業者主体で企画した。我々はこれを「森ラボ」と呼んでいる。一例を挙げると、たけのこ狩り、草木染め教室、周辺緑地散策ガイドツアー、ヨモギ餅作り、どんぐり試食会など、いずれも現地の里山から恩恵を楽しむものである（写真—5）。これらのイベントを1年半企画した経過において、八王子市公園アドプト制度を利用した自治会による緑地管理が正式に発足するに至った。今尚、毎年春にはたけのこ狩りと竹林密度管理が行われ、里山とコミュニティの維持管理が活動されている。



写真—5 住民による竹林管理

6. おわりに

花の開花，鳥のさえずり，虫の声，生き物たちの営みで四季を感じる。さりげない自然と触れ合う機会を多く持つことで，その些細な変化を楽しむ感性が育まれていく。この地にある自然環境を愛し，自らの子供達へ引き継いでいきたいという思いを胸に，より良い街にしようと高い意識を持って充実した日々の暮らしを送られている多くの世帯が存在するのは確かだ。この街で育った子供達が再びこの街を活況に導き，50年，100年先も，この街が自然環境との共存と賑わいを持続していくことを切に願うものである。

謝 辞

なお，本事業は積水ハウス(株)との共同事業により行われたものである。同社をはじめ，八王子市などの行政や東山の住民の方々のご協力により生態系との共存を実現する街づくりに取り組むことができたこと，末筆ながらお礼申し上げる。

【東京森都心 多摩ニュータウン東山概要】

所 在 地：東京都八王子市堀之内字三号 256 番 206 他

交 通：京王相模原線「京王堀之内」駅徒歩 17 分

用地地域：第 1 種低層住居専用地域

建ぺい率：40%

容 積 率：80%

総開発面積：322,102.13 m²

総区画数：681 区画（積水ハウス 341 区画・ダイワハウス 340 区画）

事 業 主：積水ハウス(株)，大和ハウス工業(株)

J C M A

【筆者紹介】

石 隆幸（いし たかゆき）

大和ハウス工業(株)

住宅事業推進部 東日本住宅設計室一課

主任技術者



大山ダムホタルビオトープの JHEP 認証取得

ホタル生息環境の再生・創出とその定量的評価方法の構築

佐々木 静 郎・門 倉 伸 行・佐 藤 伸 彦

自然環境保全や生物多様性向上を一層進めるためには、対象とする生態系の定量的な評価が重要となるが、筆者らが取り組んでいる、ホタルの棲める環境づくり「ホタルビオトープ」では、ホタルの生育に適した環境要因に関する知見は十分とは言えず、ホタルの生息環境条件に関する評価手法はまだ確立されていない。

そこで、ホタルが好む生息環境条件を実験的に把握し、その結果をもとにホタルの HSI（ハビタット適正指数）モデルを作成するとともに、大山ダムにおいて施工したホタルビオトープを評価した。その結果、定量的な生物多様性の保全、価値の向上が十分に期待できるという評価が得られ、湿性環境としては日本で初の JHEP 認証を取得したので、その概要について報告する。

キーワード：ゲンジボタル、HSI、JHEP、ビオトープ、生息環境、ダム

1. はじめに

自然環境と密接に関わる建設業では、従来から自然環境や生態系の保全に配慮した取り組みが求められてきた。さらに、平成 22 年 10 月に開催された「生物多様性条約第 10 回締約国会議（COP10）」以降は、生態系や自然との共存に関する社会的関心がますます増大している。筆者らも、以前から種々の建設工事において自然環境の保全に努め、ビオトープの創造、屋上緑化の整備、ホタルの棲める環境づくり（通称：ホタルビオトープ）などの生態系の保全・再生・創出などを積極的に進めてきた¹⁾。

一方、最近では生物多様性を高めるためのビオトープを計画・設置するに際して、水路や植栽など人工的要素において、どの要素がどの程度生物多様性の向上に寄与するかを定量的に評価する試みがなされるようになってきた。生態系の定量的評価手法として最も広く適用されている手法に HEP（Habitat Evaluation Procedures: ハビタット評価手続き）がある²⁾。元来、環境アセスメントの評価対象である環境要素を定量的に評価するために米国で開発されたシステムである。公益財団法人日本生態系協会（以下、協会と略す）は、この HEP を応用して生物多様性を保全する取り組みを共通の尺度で評価するための仕組みとしてハビタット評価認証制度（JHEP: Japan Habitat Evaluation and Certification Program）を確立し、運用している³⁾。

HEP および JHEP は、ある特定の生物にとってその場所が生息環境として適しているかどうかを判定する指標（HSI モデル: Habitat Suitability Index, ハビタット適性指数）を基盤としている評価システムである。すなわち、対象とする生物のライフサイクルに適する環境要因が十分に把握されていることが本システムの適用の前提となる。

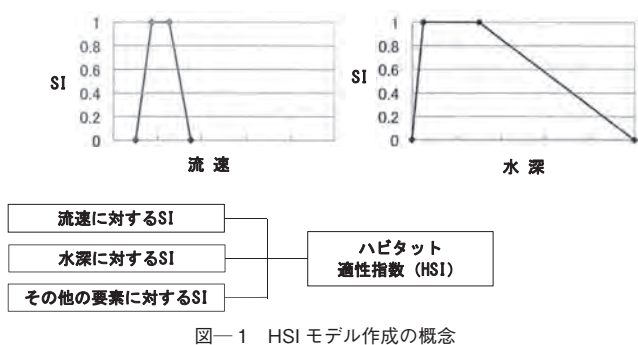
しかし、ゲンジボタルの生育に適した環境要因に関する知見は十分とは言えず、HSI モデルはまだ確立されていないのが現状である。そこで、筆者らは協会との共同研究により、熊谷組がゲンジボタル幼虫が好む生息環境を明らかにするための選好性把握実験等を行い、協会が得られたデータをもとにゲンジボタル幼虫の HSI モデルを新たに作成・構築した。さらに、協会がこのモデルを用いて、大山ダムに施工したホタルビオトープを評価した。その結果、樹林環境、湿性環境とも事業で得られる年平均ハビタット点数が評価基準値を上回ることが見込まれた。すなわち生物多様性の保全、価値の向上が十分に期待できるという評価となり、ホタルが生息する湿性環境を含むビオトープとしては、国内で初めての JHEP 認証を取得するに至ったので、本稿ではその概要について報告する。

2. HEP および JHEP 認証制度

(1) HEP について

HEP とは、環境アセスメントを実施するために米国で開発された生態系評価システムの一つであり、複雑な生態系の概念を野生生物の生息環境(ハビタット)という現実の空間的広がり置き換え、ハビタットの質(生存条件や繁殖条件など)と、量(生息空間または面積)と、時間(ハビタットの存在時間)を掛け合わせた値を算定することで生態系を定性的かつ定量的に評価する手法である。

ハビタットの「質」の評価は、まず対象とする生物の生息環境の適否を決定づける環境要因(繁殖条件や生存条件)を抽出し、個々の環境要因ごとに0(まったく適していない)から1(最も適している)までの数値で相対的に評定する。これをSIモデル(Suitable Index)と呼び、最後にこれらの環境要因ごとのSIを一つに結合し、図—1に示すようにHSIモデルという指標を作成する。



図—1 HSIモデル作成の概念

次に、決定されたHSIに調査対象とするハビタットの面積を掛け合わせた、HU(Habitat Unit)を算出する。カバータイプごとに算出されたHUを合計し、「時間」を掛け合わせるにより、最終的なアウトプットである累積HUが算出される。この累積HUにより対象区域の生態系に対する定量的な価値が評価できる。

(2) JHEP 認証制度

JHEPは、上述したHEPをもとに協会が開発した環境評価手法である。JHEP認証制度は、この評価手法を用いて当該地域の指標となるような植生や野生の生物にとって、緑の地域らしさや動物のすみやすさの価値を「事業前の過去の状況」と「事業実施後の状況」について、客観的、定量的に評価し、ランク付けすることにより、日本において企業等の取組みを客観的に評価できるように改良を加えて新たに構築した制度。

生物多様性保全への取り組みを啓蒙・普及させることを目的としている。

3. ゲンジボタル幼虫のHSIモデル構築

(1) 選好性把握実験項目の選定

表—1に、ゲンジボタル幼虫の生息場に関する既往文献⁴⁾などの知見の一部を示す。これらの環境要因において、水量については水深と流速から決定される。水路形状については、施工場所・規模から自ずと制限され、特に瀬・淵構造は流速・水深・底質にその特徴が反映されると想定できる。また、水温については既往文献などをもとにSIを作成できると判断された。したがって、HSIモデルを構築するためには、底質・流速・水深についてのSIを確立することが必要と考えられたので、これら3要因に関しての幼虫の選好性把握実験を実施した。このうち、底質および水深に関する選好性把握実験結果^{5),6)}について記述する。

表—1 ゲンジボタル幼虫の環境要因

環境要因	選好環境
底質	・泥～礫まで(砂礫質の場合、付着藻類の繁茂が重要、泥・シルトの場合、落葉堆積が重要)
水路形状	・瀬・淵・河原・中州などが重要 ・湿地が一体となっているとなお良い
流速	・10～40 cm/s
水深	・平均5～30 cmが多い、1 cm～2 mまで
水量	・1年を通して安定していること ・流速を保つためにある程度必要
水温	・10～25℃前後が適温

(2) 底質選好性

(a) 実験方法

表—2に、実験に使用した底質粒径区分を示す。区分条件は、底質と河床平面分布を調査した際の粒径階級区分⁷⁾をもとに設定した。底質の配置は、隣同士が同じにならないように図—2に示すパターンとした。

実験装置は、写真—1に示したように、プラスチック製容器を用い、その底面を4分割し各底質を配置後、水を満たした(水深約10 cm)。次に、底質を設置した装置の中心に幼虫約100匹(3～6齢:約18～30 mm)を放流し自由に移動させ、12時間(一晚)以上放置し、各底質区分における幼虫数を計測した。

(b) 実験結果

写真—2に、幼虫の放流の前および移動の状況を示す。放流後の幼虫は、粗中砂や中細砂では粒径が小

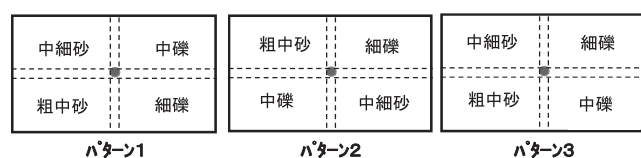
表－2 底質粒径区分

粒径階級（既往文献 ⁷⁾ ）		土質篩い区分		実験時 粒径区分名	CASE1	CASE2	CASE3	
> 256	巨礫			B	●			
256 ～ 128	大礫			LC	●			
128 ～ 64		> 53	粗礫	SC	●	▲		
64 ～ 32	中礫	53 ～ 37.5		LG	●	▲		
32 ～ 16		37.5 ～ 19		SG		▲		
16 ～ 8	小礫	19 ～ 9.5	中礫	S (<19) 中礫		▲	■	
8 ～ 4		9.5 ～ 4.75						
4 ～ 2	細礫	4.75 ～ 2	細礫	細礫			■	
2 ～ 1	極粗粒砂	2 ～ 0.85	粗砂	粗中砂			■	
1 ～ 0.5	粗粒砂	0.85 ～ 0.425	中砂					
0.5 ～ 0.25	中粒砂	0.425 ～ 0.25		中細砂				■
0.25 ～ 0.125	細粒砂	0.25 ～ 0.106	細砂					
0.125 ～ 0.062	微細砂	0.106 ～ 0.075						

● : CASE1 実験選定粒径

▲ : CASE2 実験選定粒径

■ : CASE3 実験選定粒径



図－2 底質配置パターン



写真－1 実験装置と底質配置状況



写真－2 幼虫の放流前と移動の状況

さいためかうまく潜行することができず、表面上を移動していたが、中礫・細礫より大きい粒径の場合には徐々に礫と礫の間あるいは礫の下に潜っていく様子が観察された。

各実験 CASE の底質区分における幼虫数の計測結果とその存在割合を表－3 に示す。CASE1 および CASE2 では、幼虫は粒径の小さい区分に多く集まる傾向を示し、CASE3 では中礫に多く存在する傾向が認められた。これらの実験データから、CASE2 の SG 区を基準とした場合の各底質の分布割合を図－3 に

表－3 各 CASE の幼虫数とその割合

実験時 粒径区分名	CASE1	CASE2	CASE3
B	51	－	－
	5.3		
LC	147	－	－
	15.2		
SC	363	161	－
	37.5	17.4	
LG	406	186	－
	42.0	20.1	
SG	－	327	－
		35.3	
S (< 19) 中礫	－	253	1219
		27.3	82.1
細礫	－	－	259
			17.4
粗中砂	－	－	7.0
			0.5
中細砂	－	－	0
			0.0

各区分 上段：合計幼虫数 下段：割合（％）

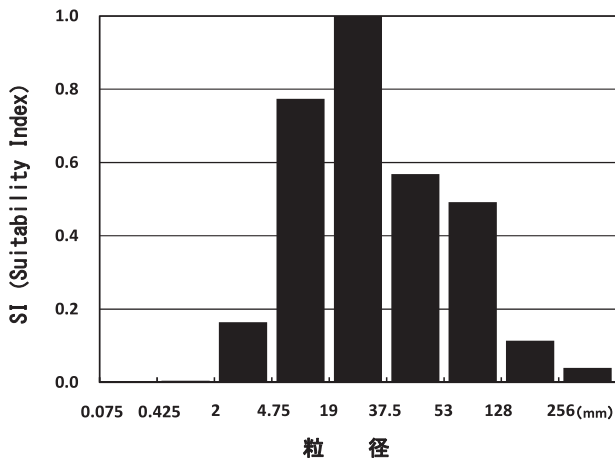
示す。37.5 ~ 4.75 mm の中礫の底質区分において多くの幼虫が集中することが把握でき、底質の選好性があることが裏付けられた。

次に、協会ではこれらの実験データを用いて、定数モデル、一次回帰モデル、二次回帰モデル、三次回帰モデル、対数回帰モデル、指数回帰モデルを候補モデルとして分位点回帰（ $\tau = 0.95$ ）を行い、AICc を用いて最も適切なモデルの選択を行った。解析の結果、構築した適性指数モデル⁸⁾を図－4 に示す。

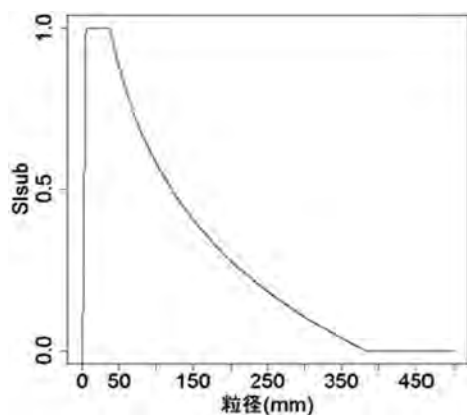
(3) 水深選好性

(a) 実験方法

実験は、主として既往文献でデータの少ない水深



図—3 CASE (SG 区) を基にした分布割合



図—4 作成した底質の SI モデル

10 cm 以浅の幼虫の選好性を把握することを目的として、図—5に示すように、プラスチック製容器を傾斜させることで水深 0～15 cm の状態を再現して行った。

底質は、上述した実験結果から底質選好性の高かった中レキとした。

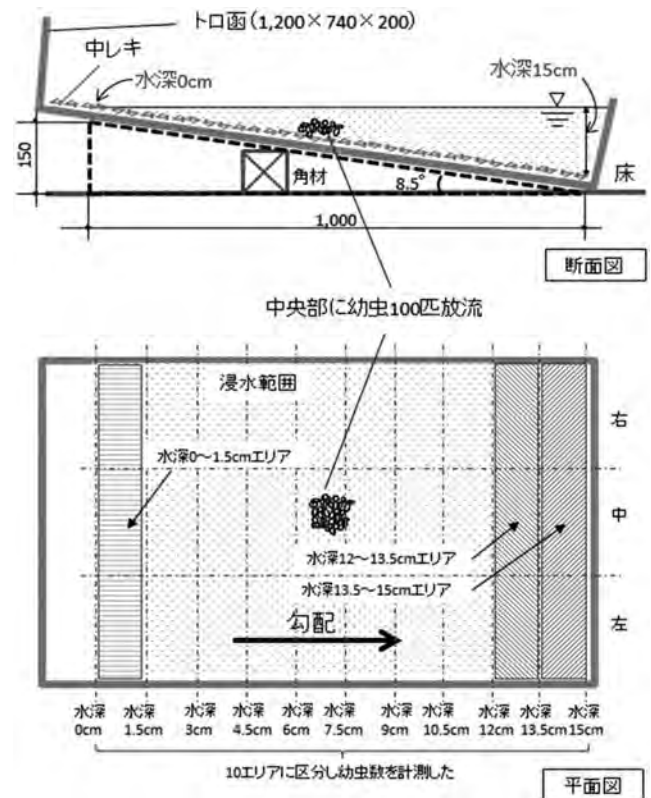
実験の方法は、装置中央にゲンジボタル幼虫 100 匹 (3～6 齢：約 18～30 mm) を放流し、暗条件で放置し 2 晩後に水深エリアごとの幼虫存在数を計測した。

写真—3 に実験風景を示す。

(b) 実験結果

図—6 に水深と幼虫数との関係を示す。幼虫は 0～15.0 cm の全ての水深エリアに分布していた。水深が深くなるにつれて幼虫数は緩やかに増加し、13.5～15.0 cm で最も多い傾向を示した。

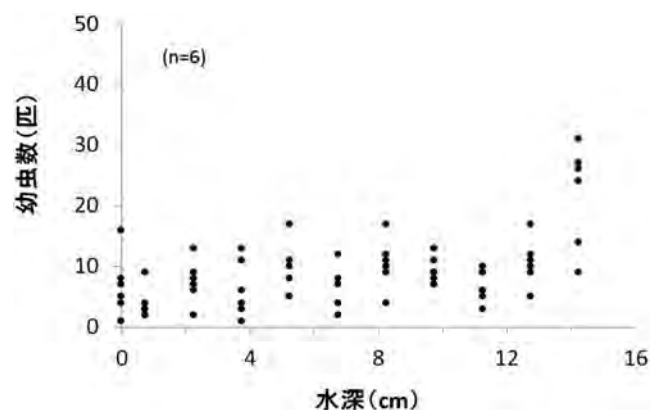
次に、協会が底質実験と同様に分位点回帰 ($\tau = 0.95$) を行い、AICc を比較したところ、水深適性については指数回帰モデルが最良のモデルであると判定された。水深の適性指数モデル⁸⁾を図—7に示す。



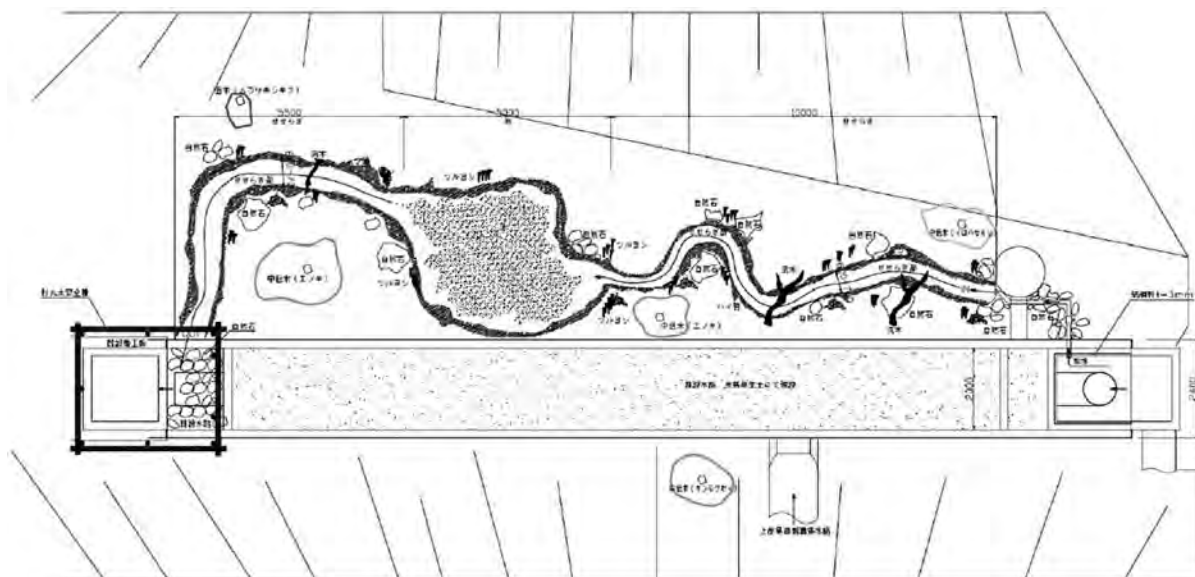
図—5 水深選好性実験装置



写真—3 水深選好性実験風景



図—6 水深と幼虫数との関係



図—10 ホタルビオトープ平面図



写真—4 ホタルビオトープ施工直後



写真—5 ホタルビオトープ施工2年後

準として、生物多様性の価値（ハビタット評価値）について、過去30年間の平均値と事業実施による50年後の予測値を比較することにより評価した。

(b) 評価種の選定

評価対象地の面積、環境タイプ、動植物の生育情報

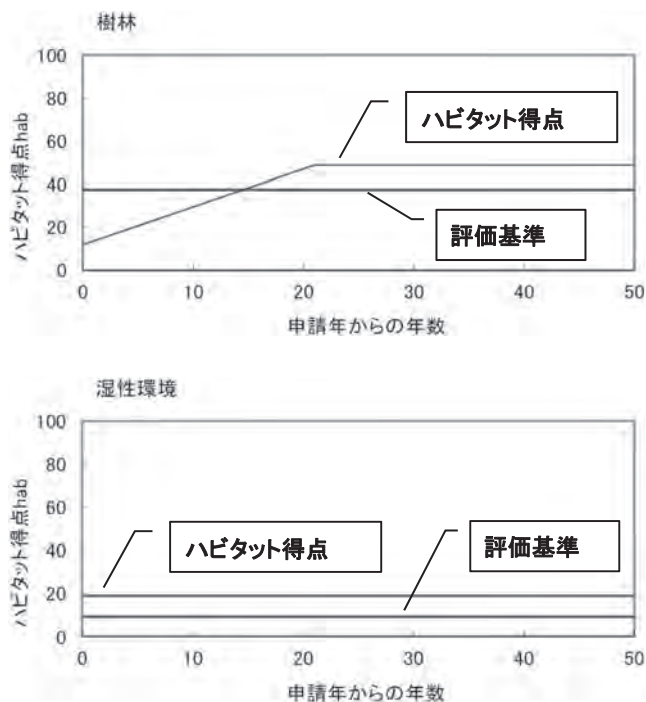
などから、樹林環境タイプとしてケクロモジ—コナラ群集を選定した。九州内陸部の海風の影響を受けない山地帯下部における代表的な自然植生である。

樹林の評価種としては、鳥類のシジュウカラ、及び昆虫類のコミスジ、湿性環境の評価種としては昆虫類のゲンジボタルを選定した。シジュウカラは、北海道から南西諸島まで広く分布し、低山帯から低地、樹林の多い公園や人家など、幅広い環境に生息している。コミスジは、平地や低山地の林縁などで見られる。緑被量との相関が強く、スギやヒノキなどの人工林よりも広葉樹林を好むので、良質な樹林の指標とされている。ゲンジボタルは、九州、四国、本州に分布する日本固有種である。幼虫は小川などの水中でカワニナという巻き貝を採食して成長し、翌年春に柔らかい土手に上陸して土中でさなぎになり羽化する。成虫は交尾のための合図として腹部末端を発光させる。地域によって遺伝的な違いが大きく、東日本と西日本で発光のパターンが異なることなどが知られている。

(c) 評価結果

評価結果の一例として、樹林環境タイプおよび湿性環境タイプの評価基準値とハビタット得点の推移を図—11に示す。評価基準値とハビタット得点の算出に当たっては、樹林環境がVEI（植生評価指数）値、湿性環境がHSI値を用いた。HSIについては、シジュウカラとコミスジは既存のモデルをもとに、ゲンジボタルは上述したように新たに作成したモデルをもとにそれぞれ評価を行った。

図—11から、申請年の50年後においては樹林環境、湿性環境のいずれとも事業で得られるハビタット得点が、評価基準値を上回ることが分かった。その結果、



図ー11 環境タイプごとの評価基準値とハビタット得点 hab の推移

本事業はJHEP 認証事業に該当することが認められ、最終的な評価ランクはA+が得られ、ホタルが生息する湿性環境を含むビオトープとしては、2015年3月に国内で初めての認証取得となった。

5. おわりに

ゲンジボタル幼虫の生息に適した環境要因について実験的検討により明らかにし、定量的な生息環境評価手法として新たにHSIモデルを構築した。さらに、構築したモデルなどをもとに、大山ダムにおいて施工したホタルビオトープに対してJHEP認証を申請した。

その結果、定量的な生物多様性の保全、価値の向上が十分に期待できるという評価が得られ、ホタルが生息する湿性環境を含むビオトープとしては国内で初のJHEP認証を取得するに至った。すなわち、当社の取り組みが生物多様性の保全に貢献している「社会的証明」になるとともに、当社のホタルビオトープ技術に対する客観的な評価の向上に寄与することが期待できる。

今後も、ダムやトンネルなどの土木工事案件や、都市再開発・ビル屋上などの建築工事案件への技術提案・

普及展開を図り、生物多様性の保全に向けて積極的に貢献してゆきたいと考えている。

謝 辞

ホタルビオトープのJHEP認証取得にあたり、多大なご指導、ご協力を頂いた独立行政法人水資源機構大山ダム管理室の方々、ならびに多くの関係者の皆様に深く感謝いたします。

JCM A

《参考文献》

- 1) 門倉伸行, 佐々木静郎, 岡本弾, 鈴木重人: 大山ダムホタルビオトープのモニタリング結果(その5), 土木学会第70回年次学術講演会(平成27年9月), VI-280, pp559-560, 2015.9
- 2) 田中章: HEP入門(新装版)―ハビタット評価手続きマニュアル―, 朝倉書店, 2011.12
- 3) 公益財団法人 日本生態系協会 URL: www.ecosys.or.jp/activity/JHEP/index.html
- 4) 関根雅彦, 後藤益滋, 伊藤信行, 田中浩二, 金尾光浩, 井上倫道: 生息場評価法を用いたホタル水路の建設, 応用生態工学, 10(2), pp103-116, 2007
- 5) 佐々木静郎, 村上順也, 門倉伸行: ゲンジボタル幼虫の生息環境評価手法の開発, 熊谷組技術研究報告, 第73号, pp39-44, 2014.12
- 6) 村上順也, 佐々木静郎, 河村大樹, 門倉伸行, 佐藤伸彦, 柿本恵里那: 水路実験によるゲンジボタル(*Luciola cruciata*)幼虫の流速と水深選好性, 土木学会第70回年次学術講演会(平成27年9月), VI-279, pp557-558, 2015.9
- 7) 河川生態学研究会 多摩川研究グループ: 多摩川の総合研究 - 永田地区を中心として -, H12.12
- 8) 公益財団法人 日本生態系協会 URL: www.ecosys.or.jp/activity/JHEP/dl/genjibotaru1.0.pdf
- 9) 公益財団法人 日本生態系協会: 大山ダムホタルビオトープに対するJHEP認証 審査レポート, 2015.3(再認証2015.11)

【筆者紹介】

佐々木 静郎(ささき しずお)
熊谷組
技術研究所 地球環境研究グループ
グループ部長



門倉 伸行(かどくら のぶゆき)
熊谷組
技術研究所
技術部長



佐藤 伸彦(さとう のぶひこ)
(公財)日本生態系協会
生態系研究センター
統括主任研究員



水中騒音振動監視システムによる水産資源の保全 水域の施工における周辺環境への配慮

田 中 ゆう子

建設工事に伴う周辺環境へのさまざまな影響に対して、事前の予測、影響の回避・最小化が重要課題とされる。とくに、海域の施工では、従来から水質汚濁の監視が行われているが、近傍に水産資源の生息場がある場合は、さらに施工による水中音や海底振動等の影響も把握する必要がある。そこで、水中騒音振動監視システムを開発し、自動計測した施工中の水中騒音や振動が管理基準値（既往知見等から設定）に近づいた場合に、直ちに担当者へ警報が伝達される体制を整えた。これにより、これまで定量的な評価が難しかった水中の施工による騒音・振動の影響を把握し、管理することが可能となった。

キーワード：騒音，振動，水中音，海底振動，水産資源，監視，貝類，魚類

1. はじめに

私たちの生活には、さまざまな音があふれている。同じように、水中も自然現象によるものや人間の活動に由来するものなど、さまざまな音が発生している。背景雑音（暗騒音）は「信号の生成、伝送、検出、測定または記録に用いるシステムの中にあるすべての音源からの妨害全部」と定義され、海洋においては表—1のように分類される。背景雑音は大きく周囲雑音と自己雑音に分けられる。周囲雑音は波浪や生物由来な

どの自然現象と、人為的なメカニズムで発生するものがある。たとえば、風浪は数 100 Hz から数 10 kHz まで幅広い周波数帯の音を発生させる。また、魚のカサゴやイシモチ、カジカ、ホウボウなどは数 kHz 以下の鳴音を発することが知られている。一般的な魚には、内耳や側線に 100 ～ 1000 Hz の音を感受する能力があるとされ、とくに 200 Hz を中心に 100 ～ 500 Hz の音が影響を与えるという。このように水中は、多様な音が混在しており、海域の利用や海象条件などによって背景雑音の特性は異なる。

表—1 背景雑音の分類

周囲雑音	海中雑音	海水雑音	波浪雑音
			熱雑音
			海水雑音
			乱流雑音
		地殻雑音（地震雑音）	
		降水雑音	
		生物雑音	
	人為雑音	船舶航行雑音	
		港湾人工雑音	
自己雑音	プラットフォーム雑音	機械雑音	
		水力雑音	
		その他の雑音	
	機器雑音	ドーム雑音	
		受波器雑音	
		熱雑音	
		ハム・電磁干渉	
		クロストーク	

2. 水中音および海底振動の水産資源への影響

水域の工事では、周辺環境への負荷を最小化するため、従来より水質汚濁の監視等が行われている。さらに、周辺に魚類や貝類などの水産資源が生息する場合は、水質汚濁に加え騒音、振動による水産資源への影響についても検討する必要がある。しかし、水産資源を対象とした水中騒音・振動の規制基準はない。水中音や海底振動の水産資源に対する影響については、情報が限られており、工事によるこれらの影響を推定する場合、社団法人日本水産資源保護協会（1997）の示す知見が、目安の1つになる。同協会は既往知見から、一般的な魚類に対する水中音圧の影響レベルは 145 ～ 150 dB 程度、海底振動による影響レベルを 60 dB としている。たとえば、水中音についてはグラブ浚渫船の発生源を 145 dB としたとき、影響範囲は浚渫船中心に 25 m の範囲と算出している。また、碎石投入作

業やトンネル供用時の水中音は、一般的な魚類に対して影響する音圧レベル以下であり、ほとんど影響ないと推定している。一方、海底振動についてはグラブ浚渫船の影響範囲は浚渫船中心に約 70 m と推定している。さらに、碎石投入作業の影響は 20～30 m の範囲、トンネル供用時の影響はほとんど無いとみている。なお、影響する水中音の音圧レベルが、空気中の音圧レベルに比べて高く感じられるのは、空気中では基準となる音圧レベルを $20 \mu\text{Pa}$ とするが、水中音は $1 \mu\text{Pa}$ を基準とするためであり、相互に比較する場合は注意が必要である。

3. 海底振動の貝類への影響把握実験

水域の工事に伴う水中音および海底振動の影響を定量的に評価するためには、関連する知見の蓄積が、今後さらに必要である。先に触れたように水中音については一般的な魚類に関する情報はあがるが、魚類よりも運動性で劣る貝類などへの海底振動の影響は、ほとんど知られていない。そこで、施工中の海底振動の貝類への影響を把握するため、次のような生物実験を試みた。

(1) 実験の方法

貝類の生理的な感受機能についてデータを取るにあたり、実海域では一般に流れや水質などの影響を受けやすいため、一定条件下での生物観察が可能となる室内において写真—1 に示す加振器 (EHF-JF50KN-100) を用いて実験を行った。

(a) 実験装置

貝類を配置した水槽に、とくに海底への衝撃が大きい杭打ち工事時の海底振動に相当する鉛直振動を加え、その反応を整理した。実験対象の貝を種ごとに水槽 (600 mm × 310 mm × 370 mm) に入れて加振器に設置し、鉛直振動を与えて反応を観察した。振動以外

の刺激が対象生物に加わらないよう、水槽の観察面以外は防音材で覆い、また間接照明により実験を行った。

(b) 振動加速度レベルと周波数

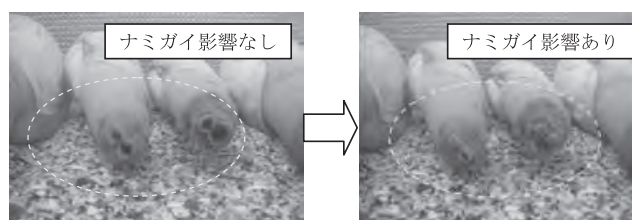
魚類の聴覚感度が周波数帯によって違うことは、良く知られている。このため、本実験においても同じ振動加速度レベルであっても周波数によって反応が変わる可能性や貝の種による感度の違いなどにも考慮し、種別、周波数別に振動加速度レベルに対する反応を観察した。実験に用いる振動加速度レベルおよび周波数の範囲は、昭和 54 年、平成 4 年の東京湾における杭打ち工事や平成 5 年の同湾木更津沖杭打ち工事などで測定された既存のデータを参考に、振動加速度レベルは 60～115 dB、周波数は 5～60 Hz とした。実験中、貝が振動によるストレスで活性を落とさないよう貝に与える振動は 1 回あたり 10 秒間とし、実験間隔などに配慮しながら実験を進めた。次に、10 秒間の加振に対する反応を観察した後、貝類が繰り返し振動を受けることでどのような反応を起こすのかを確認した。

(c) 実験に用いた水産資源

実験の対象として沿岸域で漁獲される代表的な貝類 5 種類、アサリ *Tapes (Amygdala) japonica*、バカガイ *Macra chinensis* PHILIPPI、ハマグリ *Meretrix lusoria*、サザエ *Turbo cornutus* SOLANDER、ナミガイ *Panope japonica* A.ADAMS (写真—2) を選定した。市場ではバカガイはアオヤギ、ナミガイはシロミルの名で知られる。これらの貝の分布範囲は、アサリが潮間帯から潮下帯、バカガイが干潟低潮線付近、ハマグリが潮間帯から水深 10 m 付近に、ナミガイが潮間帯下部から水深 30 m 付近とされており、成長段階や季節によっても分布が変わる。いずれも砂の中に潜り、水管を通じて藻類やデトリタスなどを餌として摂取する二枚貝である。一方、サザエは潮間帯から水深 30 m 付近まで分布する巻貝であり、厚い石灰質の蓋を有している。主な餌は海藻で、岩礁の海藻を歯舌で削り取って食べる。実験に用いた貝の殻長は、アサリが 35～40 mm、バカガイが 60～70 mm、ハマグリが 63～87 mm、ナミガイが 70～80 mm さらにサザエが 60～70 mm であった。これら 5 種の貝類はそれぞれの水槽で実験用の海水で順化したのち、活性の高い個体



写真—1 貝を用いた海底振動実験



写真—2 ナミガイの判定基準

を選んで実験に用いた。

(d) 試験条件と判定基準

一般に、海底振動が貝類へ影響を及ぼしたか否かを判定する基準や試験方法が定められていない。このため、試験条件は各貝の生息環境を参考に、活性を維持できる水温で管理し、水槽には中央粒径 0.18 mm の砂を約 10 cm 敷くなどストレスの回避に配慮した。また、判定基準については水管を通じて摂餌するアサリ、バカガイおよびナミガイにとって水管を引っ込めたり、水管の先端を閉じるという行為は餌が取れない状況であり、こうした状況が続くことは貝にとってダメージになることから、これらの行動に対しては「影響あり」と判定することとした（写真—2）。ハマグリやサザエについても同様に考え、蓋を閉める行為の継続は摂餌できない状況であり、こうした行動を「影響あり」として捉えた。

(2) 実験の結果および考察

図—1～4 に周波数ごとに 5 種の貝がどのような反応を示したのか、その割合を示した。とくに反応に特徴がみられた周波数 5～20 Hz について示す。もっとも低い振動加速度レベルにおける反応は、80 dB (15 Hz) のナミガイでみられた。ナミガイはいずれの周波数においても感度が他の貝類よりも高く、社団法人日本水産資源保護協会（1997）の示す海底振動による影響レベル 60 dB を大きく上回る結果となった。

(a) アサリの反応傾向

アサリが反応したもっとも低い振動加速度レベルは、100 dB (20 Hz) であり、また 100% の反応がみられたのは 110 dB (15 Hz) であった。しかし、5 Hz では 115 dB でも 1 割程度の反応にとどまり、周波数による感度の違いがうかがえた。

(b) バカガイの反応傾向

バカガイが反応したもっとも低い振動加速度レベルは、アサリ同様 100 dB (20 Hz) であり、かつ 100% の反応がみられたのも 100 dB (20 Hz) であった。10～20 Hz の 115 dB では全個体が反応したものの、5 Hz では 115 dB でも 2 割程度の反応にとどまった。

(c) ハマグリの反応傾向

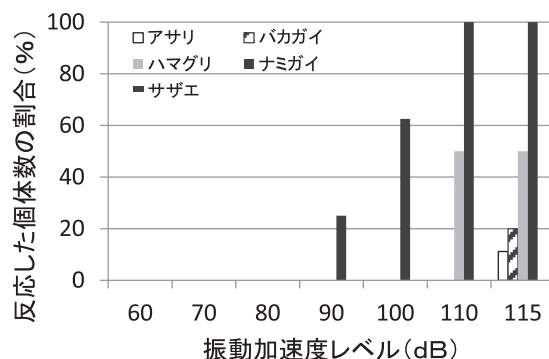
ハマグリが反応したもっとも低い振動加速度レベルは、前述の 2 種と同様に 100 dB (20 Hz) であった。周波数による感度の違いも、他種と同様に認められた。

(d) サザエの反応傾向

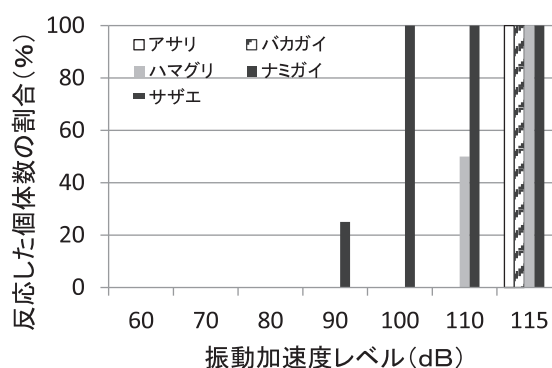
サザエが 5 種の中でもっとも反応が薄かった。115 dB (15 Hz) でようやく反応がみられたが、反応した個体は過半数にも満たなかった。

(e) ナミガイの反応傾向

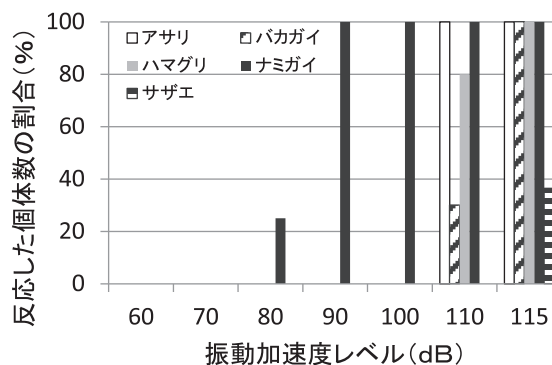
ナミガイは他の 4 種では反応が観られなかった 80 dB (15 Hz) で反応があり、他種でとくに反応が乏しかった 5 Hz でも 90 dB から反応をみせた。110 dB では 5



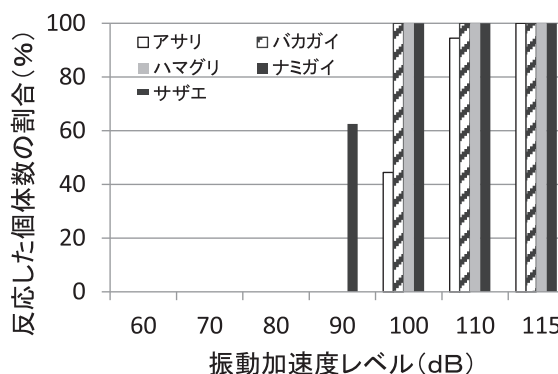
図—1 5 Hz における貝の種別反応結果



図—2 10 Hz における貝の種別反応結果



図—3 15 Hz における貝の種別反応結果



図—4 20 Hz における貝の種別反応結果

～20 Hzの全周波数で100%の反応がみられ、ナミガイの感度が他の貝に比べて高い特性が捉えられた。

このように貝の種によって反応に違いがみられた背景には、生息環境の違いが関係していると考えられる。先に述べたようにアサリやバカガイ、サザエは波浪による攪乱を直接、受けやすい潮間帯付近に多くが生息する。一方、ナミガイはこれら4種に比べると干満による直接の影響のない水深に潜砂して生息しており、他の4種とは振動などに対する感度が異なる可能性がある。

また、同じ振動加速度レベルでも周波数によって貝各種の反応が異なることから、海底振動の貝類への影響評価では、周波数に対する感度の特性についても情報が必要である。

(f) 長時間の加振に対する反応

貝全種において10秒間の振動を止めると約10秒～1分後には活動を再開する状況がみられた。例えば、ナミガイでは加振終了から30秒後には全ての個体が回復をみせた。さらに、反応後に同じ条件で再加振しても反応しない、刺激に対する一種の馴れとみられる様子も観察された。こうした馴れと思われる反応は個体差があるため評価には注意が必要であるが、これにより振動が直ちに貝類の大きなダメージにならない可能性も示唆された。

以上の結果から、施工に伴う水中騒音振動の定量的な評価に必要な管理基準の参考値が得られた。また、一般にこれらの監視には、調査員や調査船を要していたため監視コストの削減が課題であった。そこで、これらを自動監視するシステムの開発を進めた。

4. 水中騒音振動監視システムの開発

(1) システムの概要

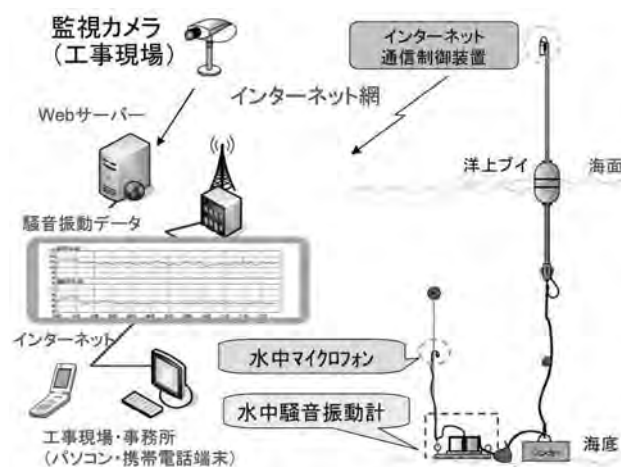
水中騒音振動監視システムは工事に伴う水中の騒音や振動が、周辺に生息する水生生物に影響を及ぼさないよう監視するものである。水中騒音振動計を水底に設置して(写真—3)騒音および振動を自動測定し、洋上ブイに設置した通信制御装置(写真—4)によって測定データを自動送信・解析する。解析データは事務所のパソコンや携帯電話など様々な場所から監視できるようになっている(図—5)。先に述べたように水産資源を対象とした水中における騒音・振動の規制基準は設けられていないため、前述の貝類などの室内実験の結果と社団法人日本水産資源保護協会の資料を参考に管理基準値を設けた。計測結果が管理基準値に近づくと警報メールが工事担当者に送付される。な



写真—3 本監視システムの全景



写真—4 通信制御装置の設置状況



図—5 水中騒音振動監視システムの概要



写真—5 工事以外の船舶を監視するカメラ

お、工事由来の水中音や海底振動以外の背景雑音については、施工前の水中騒音振動監視の結果からそれぞれの周波数特性を把握し、また施工中の監視カメラ(写真—5)情報なども参考にして施工時の水中騒音・振動データから除外して評価を行う。

(2) システムの特長

本システムの特長は次のとおりである。

- ①これまで工事による水中騒音・振動の情報が限られ、生物への影響評価が難しかったが、蓄積した騒音・振動データに基づく事前の生物実験等から、施工に伴う影響を定量的に評価できる。
- ②施工中の水中騒音や振動を自動計測・解析することにより、効率的かつ低コストでの監視が可能である。
- ③監視のデータを比較的容易に蓄積できることから、施工内容と水中騒音・振動の値との関係を基に事前に影響が大きくなる作業内容を予測でき、周辺環境への負荷低減を向上できる。
- ④水中騒音・振動の解析データを複数の場所から監視できるため、確実な監視体制が形成できる。
- ⑤工程や工種に応じて(測定条件等)の変更を事務所等のパソコンから遠隔操作できるため、監視の省力化が可能である。

なお、本システムは装置を固定できる海域および陸水域(河川、湖沼等)において、また携帯電話が使用できるエリア内において、広く使用が可能である。

5. おわりに

海域の工事に伴う水中騒音・振動を定量的に評価するために、とくに知見の少ない海底振動の貝類に対する影響について水槽実験を試みた。その結果、アサリ、バカガイ、ハマグリでは100 dB (20 Hz) の振動で反応が観られたのに対し、ナミガイはそれより低い80 dB (15 Hz) で反応がみられたことから、これらの貝類の生息場付近では、他の貝類に比べて振動に対する感度が高いナミガイに配慮した監視が求められる。また、いずれの貝においても周波数による感度の違いが捉えられたことに、注意が必要である。これらの結果や既存の知見を基に管理基準を設け、自動的に水中の騒音振動を監視して定量的に評価するシステムを開発した。今後さらに施工中の監視の実績を重ね、施工に伴うさまざまな水中の騒音・振動の特性と海域の背景雑音に関するデータを蓄積・分析し、評価精度の向上に努めたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 海洋音響学会：海洋音響の基礎と応用，p.36, p.259, 2004.
- 2) (社)日本水産資源保護協会，水中音の魚類に及ぼす影響，水産研究業書47，p.106, 1997.
- 3) 田中ら：工事中の海底振動が水産資源に及ぼす影響について，(社)日本音響学会騒音振動研究会資料，N-2008-38，pp.1-6, 2008.
- 4) 玉上ら：貝類を対象とした海底振動による影響評価実験，土木学会第68回年次学術講演会，Ⅶ -017，pp.33-34, 2013.

【筆者紹介】

田中 ゆう子 (たなか ゆうこ)
東亜建設工業(株) 海の相談室
室長



日本万国博覧会記念公園の 40 年間にわたる 自然再生の取り組み

自立した森づくり

千 原 裕

日本万国博覧会記念公園は、1970 年（昭和 45 年）に開かれた万国博覧会（大阪万博）の跡地に作られた公園である。万博終了後、苗木の植栽から森づくりをスタートさせて 40 数年たち、森も充実しかけているが、ここに至るまで様々な問題点を克服しながら管理を行ってきた。本稿では、これらの問題点とともに万博記念公園の森づくりの歴史を紹介する。

キーワード：都市緑地、自然再生、生物多様性、森づくり、日本万国博覧会記念公園

1. はじめに

日本万国博覧会記念公園は、大阪府北部の吹田市に位置し、1970 年（昭和 45 年）に開催された日本万国博覧会（大阪万博）の跡地につくられた公園である。

日本万国博覧会は世界 77 カ国、4 国際機関が参加して、約 6400 万人もの人々が集まり、上海万博（2010 年開催）に抜かれるまでは史上最高の入場者数を誇った万国博覧会であった（写真—1）。

その大成功に終わった博覧会の跡地（264 ha）については、当時の大蔵大臣（現財務大臣）の諮問機関である「万国博覧会跡地利用懇談会」が設置され、研究学園都市にするという案であるとか、国の行政機関を立地させ首都機能を補完する第二の行政府をつくるといった案も出たが、最終的には「万国博の跡地は、日本万国博覧会を記念する広い意味の『みどりに包まれた文化公園』にする」という基本的な方向が答申され

た。

答申をうけて 1972 年（昭和 47 年）3 月、日本万国博覧会記念公園基本計画が策定された。この中では、緑について次のように書かれている。

「『緑』とは、人類の著しい技術進歩の中で忘れられ、失われつつある自然環境の総称として考えられる。今日、緑に求められるのは単に慰めではなく、人間の生活環境を維持することである。人間の活動と自然のみどりの環境にはお互いに調和した共存関係が必要であり、われわれの活動が瀕死に陥れた自然生態のいくつかを人間の知恵と技術によって復活させ維持する方法が緊急に追及されるべきである。そのためには、長期の実験が必要となろう。」

いまほど環境問題が議論されていなかった時代にあって、先駆的で万博のテーマの「人類の進歩と調和」になった「自然」と「人間の活動（文化）」の共生を念頭においた“自然文化園”がつけられることになった。ここから自然再生が開始されることとなったのである。

2. 土地造成

広大な記念公園の敷地のうち政府出展物である日本庭園をそのまま残し、パビリオンが建てられていた敷地あわせて約 130 ha が、自然文化園地区とされた。

万博会場はもともと日本庭園が外部の景観が見えないように北側を高く盛土していたが、パビリオンが建っていた場所はほぼ平坦に造成されていた（写真—2）。

そこで、南側の外周部を高く盛り土することによっ



写真—1 1970 年 万国博覧会開催中の様子

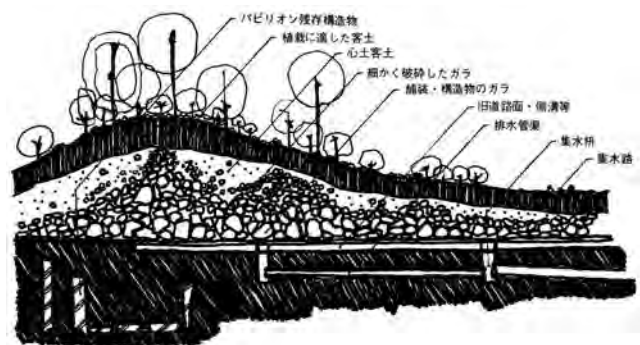


写真—2 1971年 パビリオン撤去後の様子

て、外周部から中心部の人工池に向かって緩やかな傾斜とする「すり鉢状」の地形造成が計画された。これは1970年代が公害問題の顕著になってきた時代であったため、排気ガス、騒音などの外部からの悪影響をできるだけ低減するための工夫であった。

もともとの地盤の地層には、樹木の生育に不適な大阪層群と呼ばれる青粘土が含まれていた。またパビリオンなどの会場施設の残存物は地表面から1.5mまで撤去しないでよいとされていた。そのため敷地内の土地を削った切土をそのまま盛土として利用することができず、切土量が足りなくなってしまった。手っ取り早いのは外部から土を搬入してくることである。しかし、基本計画では「外部からの搬入は、供給地の自然破壊を伴う可能性があることから、これを避け、必要な限りの効果的な盛り土を行う」と記されていた。そこで、駐車場や道路の舗装を取り壊した瓦礫類を最大限に活用し、外部からの土砂は必要最小限にとどめることとなった。

当初の計画では、盛土面積約30ha、平均盛土高約2m、最高盛土高6mとなるはずだったが、造成時期がオイルショックの時期と重なり、最終的に盛土高は



図—1 盛土構成模式図

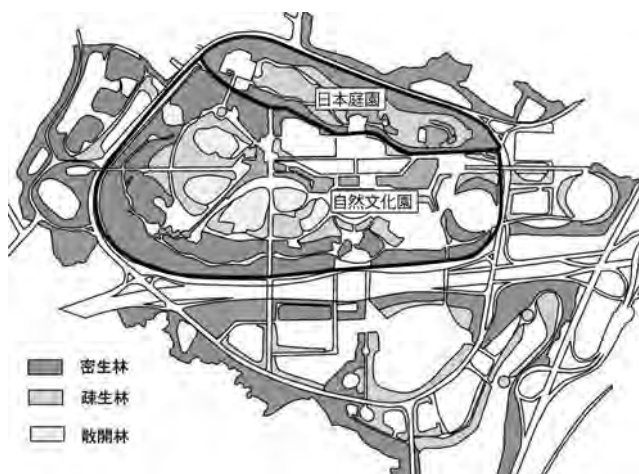
約1m、ひどい所では30～50cmと極端に予定を下回った(図—1)。

こうして紆余曲折を経て完成されたすり鉢状の地形は、外部からの排気ガスや騒音を防ぐ役割を担うだけでなく公園を訪れた人々に立体的に樹木を見せ、「緑に包まれた」という安堵感を与えるのに大いに役立っている。

3. 森の構成

基本計画では植栽開始(1972年)から2000年までの28年という長期プログラムをたて、最終的には「自立した森づくり」の達成をめざした。「自立した森」とは「内外での都市化に抗しても生き生きとしている森であり、また多様な動植物と共存し安定している森」と書かれており、今でいう生物多様性に富んだ森のことである。

公園の森の構成は、苗木を植栽する密度によって3つの森林タイプにわけられ、公園の内側から「散開林」「疎生林」「密生林」と配置された(図—2)。



図—2 植栽計画図

まず、「散開林」とは、芝生を中心とした明るく広々とした空間に樹木を点在させたもので、森というよりも休養、軽いスポーツなどに利用される広場のようなものである。

次に「疎生林」とは落葉樹を中心とした比較的明るい樹林である。四季の景観の変化を演出するために、花や池などの魅力あるスポットを随所に配している。

そして最後に、「密生林」は、公園の核となる「自立した森」を目指す樹林である。この地域の極相林とされるシイ林、カシ林、タブ林などの構成種による植栽を試みたものである。

早期に森の景観をつくりあげるため、園路沿いには

4 m の高木を植栽し、内側には常緑樹と落葉樹の混植、肥料木と苗木の混植などの多様な苗木を園内（日本庭園を除く約 100 ha）で約 60 万本植栽した。これは後の「エコロジー緑化」の先駆けとなった。

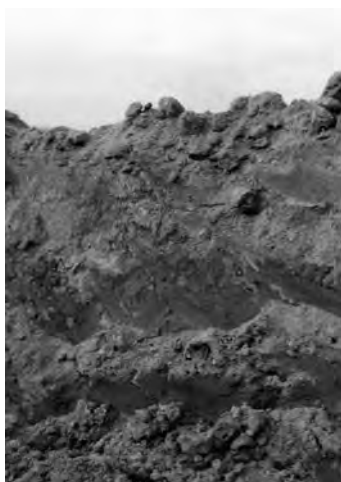
4. 森の問題点

万博跡地の植栽開始から約 10 年たった 1982 年（昭和 57 年）から数年かけて、植栽樹木の生長や土壌の調査が行われた。その結果、樹林地のうちおよそ三分の一は樹冠の閉鎖が見られたが、あとは疎林で、明らかな生育不良が全体の三分の一をしめていることがわかった（写真—3）。



写真—3 1985 年の様子

特に公園のある千里丘陵を構成している大阪層群という植物には硬すぎる地層やそこに含まれる海成粘土層（写真—4）のパイライトによる影響は大きく、土壌固結化、排水不良および、パイライトの酸化により生じる酸性硫酸塩土壌が樹木の生育に悪影響を及ぼしていた。



写真—4 海成粘土層

そのため 1992 年（平成 4 年）から 1995 年（平成 7 年）にかけて、特に樹木の生育が阻害されている場所において排水不良、パイライトの酸化土壌、固結土壌の改良工事に着手した。まず、排水不良地では、肋骨状に素掘りの開渠を設け排水したり、粘土層を貫通するように穴を掘り表面の停滞水を地下に流し込んだりする排水改良工事を行った。

これらの改良工事により樹林地では土壌障害による顕著な生育不良は解消された。しかし、海成粘土により生じた酸性硫酸塩により特に生育の悪かった西南部の一画については、改善がみられなかったため、樹林化をあきらめ、再造成、再整備し芝山に変更することになってしまった（写真—5）。



写真—5 1995 年の様子

その後、1995 年（平成 7 年）から数年かけて、林分の状況の変化を改めて調査すると、樹木の生長、枯死、新しい芽生えの発生など林分の状況の変化はあったが、群落全体としては、生長途上にあることが分かった。他の場所から土砂を盛土した地区のほぼすべての場所で樹冠の閉鎖がみられ樹林形成状況が改善されていた。また大阪層群の盛土地区でも極端な不良地を除き、樹林形成状況が大幅に改善され、特に前回の調査で排水改良工事を行った場所において顕著であった。

このように樹木の生育は改善されたが、森の内部をよく調べてみると別の数々の問題が生じていることがわかった。

問題の一つ目として、多様な樹種の苗木を多数植栽したにもかかわらず、アラカシ、クスノキ、シイノキなどの特定の常緑広葉樹以外の生育が芳しくなく樹種が単純化していることが指摘された。

二つ目は、植栽時に、ある程度、自然淘汰されることを見越して苗木を高密度で植栽していたが、はじめの予想より枯れる個体が少なく、樹木が密生してもや

し状となり、災害に弱い樹林になってしまったことである。

さらに、自然の森は高木、低木、下草と階層構造となっているが、自然文化園の樹林は、樹冠のみ葉相が形成され、自然の森のように低木層、草本層が形成されていない。したがって低木層などにやってくる昆虫や鳥などの生き物の種類が少ない状態になっていることがわかった（写真—6）。



写真—6 林内の様子

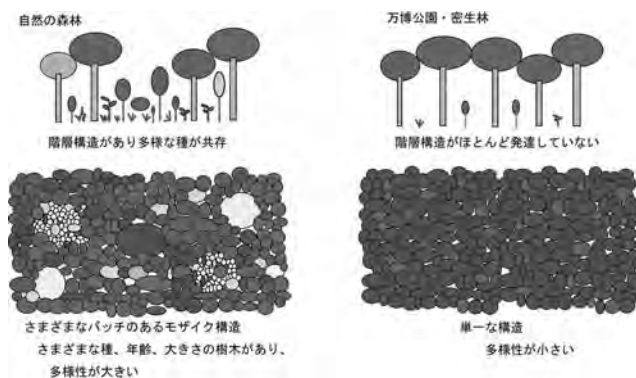
また階層構造になっていないことは、若木が育っていないということである。つまり、自然の森は若い木も老いた木もあり、もし老いた木が枯れて倒れても若い木が後を埋めるように生長するが、自然文化園では若い木の生育がよくないため世代交代がうまくいかない可能性がある。

5. 自立した森の再生

当初の計画では、2000年（平成12年）の森の完成を目指してきた。自然界の遷移からすると、わずか30年足らずという短い期間で「自立した森」の完成を試みたのである。しかし、森の量（緑量）としては十分目標に達したといえるかもしれないが、森の質としてはまだまだ目標に達したとは言えない状態で、このまま放置しては、「自立した森」の実現は困難な状態となっていることがわかった。

現在の森林生態学では、極相林といわれる森であっても森林群落は単一構造ではなく、地形などの環境や遷移段階によって異なる群落がパッチ状にモザイク構造をなしていることが明らかになっている（図—3）。

原生林といわれているような場所でも台風などで毎年どこかで老木や大木が倒れ、林床に光が入る場所が



図—3 自然林との違い

存在する。ここでは、大木の下のうす暗い環境で我慢しながら生育していた樹木や森林土壌の中に埋まっている樹木の種子が光を受けることで一斉に発芽し生長する。すると再び樹木間の競争が始まり、空いた樹冠を埋める。そして、それらを求めて昆虫や野鳥などの動物も集まるため、森林の更新にはこのようにしてできた明るい場所（ギャップ）が重要である。しかし、自然文化園の若い樹林では、このようなことが起こりにくい状態にあるため、人工的にギャップをつくって更新を後押ししてやる必要がある。ただどの程度、どのような形で人の手を加えれば、本来の「自立した森」を実現できるか、大規模造成地に自然に近い森を再現しようとする試みは過去に例がなく、試行錯誤をするにも科学的な方法論による検証が不可欠である（図—4）。

そこで2000年（平成12年）から大学の研究室と共同で植生を調査して森をいくつかのタイプに分類し、森の一部を人工的に伐採することでギャップをつくり、林内に光を入れてやることで、森を単一な構造からモザイク構造へと移行させる方策を採ることとした。

具体的には林内に15×15mの範囲の樹木の位置、樹種、胸高直径、高さ等を調査して、どの木を伐採するとより効果的かを考慮して、伐採する樹木を決定している。最初は伐採率を約40～100%と変えて実施していたが、ある程度まとめて伐らなければ、すぐに樹冠が再閉鎖してしまい、林床植物や実生の生長が見込めないため現在は四分の三以上の伐採を実施することとしている。また、自然文化園はまわりを大きな道路に囲まれているため新しい樹種の侵入が困難なため、北摂の開発地予定地の森林土壌を間伐地に撒いて、新しい樹種の侵入を後押ししている。

試験の効果がどれほどなのか検証するために、樹木の実生の全出現種・樹高、天空率（着葉期に林床から見てどれくらい空が開いているかの目安）、昆虫や鳥類の出現種数、個体数などを継続的に調査して、群落

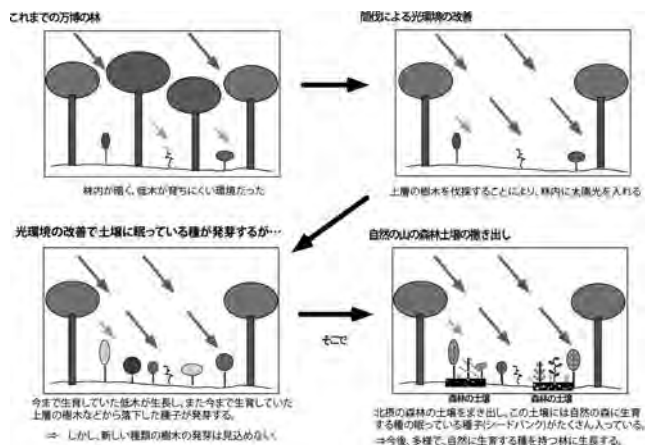


図-4 間伐の流れ

がどのように変化しているか、数年ごとにその調査結果をとりまとめ、その結果に基づいて、管理手法を検討し、順応的に管理を行うこととしている。

6. 園内の生物の変化

2010年（平成22年）から3年間、園内の施設である自然観察学習館で、広く来園者に協力をよびかけ、セミの抜け殻調査を行った。

園内にある抜け殻を集め、種別にわけて、それぞれの個体数を集計するといった単純なものであるが、当初は目標を一万個と設定し調査を始めたが、予想を上回る多数の参加者を得て、総数二万個以上ものセミの抜け殻が集まった。大阪府が2004年（平成16年）から7年間に府域のセミの抜け殻調査を行った集計では、クマゼミが府全域で70%以上、大阪市内に限ると90%以上というようにとくに市街地ではクマゼミの占める割合が高くなっている。しかし、自然文化園内での結果は、アブラゼミ74%、ニイニゼミ13%、クマゼミ12%、ツクツクボウシ1%となり府の調査結果と大きく異なる結果となった。

もともと大阪では、アブラゼミがもっとも多く生息していた。しかし、高度経済成長期以降の都市化にともない、クマゼミの割合が高くなり、その他の種が減少していった。原因としては、都市でおこっているヒートアイランド現象等が推測されているが、はっきりわかっていないようである。だが都市部ではクマゼミ以外のセミが暮らしにくい環境になっているのは確かなようである。

しかし、自然文化園での結果は、約40年かけて行っている自然再生への取り組みが功を奏して、昔の大阪の環境が再生されつつあることを示している。また、セミの発見種数に関しても、大阪府の調査結果では、

平均2.7種（大阪市内の都市部では1.8種）である一方、本公園では4種発見されている。また抜け殻は見つからなかったが、ミンミンゼミやヒグラシの声も頻度は少ないとはいえ、聞くことができる。この事実は注目に値するものである。とくにニイニゼミは大阪の都市部ではほぼみられなくなっていることも考えると、自然文化園の森の環境は比較的良い状態に保たれているといえるだろう。また、それだけでなく、昔からいたこれらの生きものが万博記念公園内では十分生息でき、将来周辺地域の自然が回復すれば、多様な生物種をまわりの地域へ供給する場（ジープール）としての機能を有していると期待のもてる結果となった。

それ以外にも、2007年（平成19年）からは生態系の頂点に位置するオオタカが園内で7年連続営巣するようになったり、2014年（平成26年）には大阪府のレッドリストの絶滅危惧Ⅰ類であるキツネが発見されたりするなど自然度が高い場所でないことを確認できないような種がみられるようになった。

7. おわりに

2014年度（平成26年）に万博記念公園は独立行政法人日本万国博覧会記念機構から大阪府に管理が移管された。

2015年度（平成27年）、大阪府は、万博記念公園の将来ビジョンを策定した。今後ビジョンにそった森づくりの計画を作成予定である。

自然文化園の森は先人の素晴らしい決断と計画によって、ここまでのものとなってきたため、これを継承するとともににより豊かな森になるような森づくりを行えるように今後も努力していきたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 独立行政法人万国博覧会記念機構（2006）自立した森再生センター便り 森発見 No.14. P.8-9.
- 2) 独立行政法人万国博覧会記念機構（2012）自立した森再生センター便り 森発見 No.26. P.2-3.
- 3) 森本幸裕編（2012）景観の生態史観. P.178-184. 京都通信社
- 4) 昆虫と自然. (2013): 48 (1) P.19-23. ニューサイエンス社

【筆者紹介】

千原 裕（ちはら ゆたか）
大阪府日本万国博覧会記念公園事務所 緑地課
技師



生物多様性の簡易評価ツール 「いきものコンシェルジュ」の開発

内 池 智 広

施設の建設や土地の開発は、その地の環境を改変し生物多様性に多大な影響を与えるリスクを抱えている。一方で、その計画を生物多様性に配慮した内容にすることで、改変による影響を軽減、場合によっては従前より豊かな環境となる可能性も秘めている。しかしながら、生物多様性に配慮した計画によって得られる効果が解り難いことが、その推進を阻害する一つの要因となっている。そこで、訪れる生物の飛来確率を予測・可視化することで計画によって得られる効果を示す評価ツール「いきものコンシェルジュ」を開発した。本ツールは、タブレット端末用のアプリケーションであり、定量的な評価をリアルタイムに実施可能である。

キーワード：建設計画、開発計画、生物多様性、予測評価、タブレット、アプリケーション

1. はじめに

施設の建設や開発という行為は、その実施に伴って少なからず環境を改変することになる。環境の改変が生物多様性に対して与えるインパクトは大きいことから、建設業は生物多様性に対して多大な影響を与えるリスクのある業態といえる。

建設業が行う「環境の改変」が生物多様性に対して常に悪い影響のみを与えるかと言えば、必ずしもそうとは限らない。プロジェクトの対象地が都市の中心部や荒廃した植林地など、生物多様性が豊かとは限らない環境では、建設プロジェクトによって良い影響を与えられる可能性もあり、そのための方針検討が重要となる。また、計画地が自然豊かな環境であり、プロジェクトが負の影響を与える可能性が高い場合、その影響を回避・軽減するべく方針検討は必要不可欠である。

生物多様性に配慮したプロジェクトを実現するためには、計画の方向性が決まる初期段階において、その方針検討を行うことが極めて重要である。施工段階における検討・対策も当然大切ではあるが、その時点から可能な対策には限界があり、そもそもの計画内容が生物多様性に対して無配慮である場合には、負の影響を大きく残してしまう可能性がある。

本報では、主にプロジェクト初期段階での方針検討支援を想定し開発した、生物多様性の簡易評価ツール「いきものコンシェルジュ」について紹介する。

2. 開発の背景と目的

「建設業が生物多様性に与える影響が大きい」ことや「初期段階での検討が大切である」ことは、多くの方が直感的に理解している事象である。しかしながら、実状として生物多様性配慮型のプロジェクトは限定的にしか見られていない。

生物多様性に配慮したプロジェクトが増加しない要因の一つとして、その検討を行うのに十分な時間と費用が確保できないことが考えられる。

生物多様性に配慮した計画を行うためには、まずはその立地環境、周辺環境を把握する必要がある。対象地の環境に対する既往の知見が不足している場合は、知見を集めるための調査に多くの時間と費用を要する。調査内容にも依るが、例えば計画地周辺の生物相を把握するためには、1年近くの年月と数百万以上の費用を要してしまう。

また、生物多様性への配慮・対策の内容、及びそれによって得られる効果が解り難いことも、大きな要因として考えられる。

生物多様性に配慮するのが望ましいことはプロジェクトの担当者も理解しているが、具体的に対策として何を行うのが良いか、その対策によってどのような効果が得られるのかが解り難い状況では、対策の推進に踏み切れないことが想定される。

そこで、費用と時間を要せずに生物多様性の方針検討が可能であり、対策の内容とそれによって得られる

予想結果を明快に示すことが可能なツールを開発することとした。

3. 開発方針

ツールの開発は、以下の方針に従って実施した。

(1) リアルタイムに評価が可能

プロジェクトの担当者は、現実としてプロジェクトに関する数多くの事項について検討、意思決定をせねばならない。生物多様性も検討項目中の1つに過ぎないのが実情である。それ故、生物多様性というテーマに費やすことのできる時間は限られている。また、検討に多くの時間を要する上にその効果が見えない状況では、検討そのものが倦厭される可能性も否定できない。

そこで、検討（入力から評価の結果出力まで）に、時間をかけず、その場でリアルタイムに実施できるツールを開発することとした。

(2) 評価結果がシンプル

プロジェクトの担当者（あるいは設計担当者等）は、多くの場合は生物多様性に関する専門家ではなく、担当者が生物多様性に対する深い知識を有しているのは稀である。HEP（Habitat Evaluation Procedure）等のような生物多様性に関する学術的な評価手法の評価結果は、専門家同士が意思疎通を図る上では有効であるが、そうではない担当者に打合せの限られた時間内で評価結果の真意を理解してもらうことは難しい。

そこで、専門的な知識を有せずとも理解しやすい評価結果となるよう、身近な生物種を指標とし、計画内容によってその種が「来る」か「来ない」かを、「飛来しやすさ」で示すこととした。

(3) 特別な資料・準備を必要としない

本ツールは、時間と費用を要せずに生物多様性の検討ができることを意図しており、その評価を行うための準備段階において時間や費用を要するのでは本末転倒である。よって、特別な資料・準備を必要とせずに評価できるツールとした。

(4) 生物多様性に対する親しみを持たせる

本ツールはプロジェクト初期段階の方針検討支援ツール、即ち検討の入口ツールであり、プロジェクトを生物多様性配慮型のものへと啓発・誘導する必要がある。そのためには、プロジェクト関係者に入口から

生物多様性を倦厭させないようにすることが重要である。

そこで評価の指標を、生物多様性の評価指標となり得る生物種群の中から、身近な生物であり比較的多くの方に親しみを感じてもらえる種群、逆に言えば嫌う人の比較的少ない種群に限定することとした。

(5) プロジェクト初期の情報で評価が可能

プロジェクトの初期検討において、生態系として質の高い環境を確保するよう方針が誘導されなければ、以降の段階で生物多様性に関する詳細な検討を実施する機会は失われる恐れがある。このように、プロジェクトの初期検討と方針設定が重要である一方で、その段階に得られる情報は限られている。

そこで、初期段階で入手できる限られた情報を基に評価可能なツールを目指すこととした。

(6) コミュニケーションが取れる

先にも述べた通り、プロジェクトの担当者が生物多様性の専門家であることは稀である。それ故、本ツールをただ担当者に渡すだけでは、生物が「来る」「来ない」までで終わってしまい、その先へと検討が深まらない可能性が高い。もちろん、それだけでも生物多様性への関心を高めていただければ意義はあるのだが、生物の「来る」「来ない」と樹林や草地・水辺の生態系の環境構造などには関連性があることを理解してもらい、プロジェクトにおける検討を深めることがより理想的と言える。

そこで、ツールにはあえて全てを表記せず、生物多様性の知識を有する人との会話を促すこととした（写真—1）。



写真—1 使用イメージ

(7) 事後検証がしやすい

予測評価を実施し、それに基づいて計画を行ったプロジェクトであれば、計画通りの成果が得られているか否かの検証を行うことが理想的である。

そこで、事後検証の行いやすさを考慮して、指標種を設定することとした。

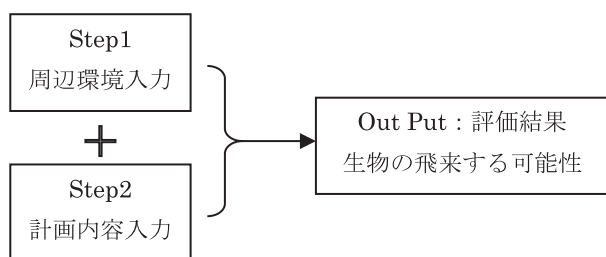
4. 評価

リアルタイム評価を実施可能であり、かつコミュニケーションに使用できるツールとするため、本ツールをタブレット端末用のアプリとして開発することとした。本ツールの評価のベースとなるロジックについては以前報告¹⁾させていただいたが、前述の開発方針に沿ったタブレット端末用アプリとするために修正を加えており、改めてその概略を報告する。

(1) 評価の流れ (図—1)

本ツールでは、施設の周辺環境（地域特性）、及び計画内容（計画地内の環境）について入力し、双方の関係性から計画地を訪れる生物を予測。飛来可能な生物の種類の多様性をもって施設計画における環境の多様性、生物多様性の評価を行う。

先に述べた通り、生物多様性に配慮した効果をわかりやすく示すことを目指し、評価結果は「計画内容によって評価指標とした生物が来るか、来ないか」を飛来のしやすさでシンプルに示すこととした。



図—1 評価の流れ

(2) 評価指標

(a) 指標種群 (図—2)

評価結果を示す指標種群（生物種群）としては、「飛翔性の生物」を用いることとし、「鳥類」「チョウ類」「トンボ類」を選定した。これは、これらの種群は分布や生態などの基礎的な情報について既往の知見が充実しており、生物の生息環境と環境を構成する要素との関係性が把握しやすく、計画方針の立案に効果的であることによる。これらの種群は比較的身近に存在し、一般の人々にも親しみやすいという点においても指標として適当であると考えた。

飛翔性の生物は、地這性の生物に比較すると早期の利用・定着が期待される。また、これらの種群には比較的大型で目立ちやすく観察しやすい種が多く、現況や効果を視覚的に確認しやすいことから、竣工後の効果検証が行いやすい。

なお、飛翔性の生物の中から、3つの種群を評価指標とした意図は次の通りである。

①鳥類

生態系の比較的上位に位置することから、その下位に位置する生物を含めた生態系の健全性の指標として適している。また、樹林地、草地、水辺など環境構成に応じてその種ごとの出現状況が変化するため、周辺環境のポテンシャルと計画地内の環境要素の効果を総合的に示しやすいことから、評価指標として採用した。

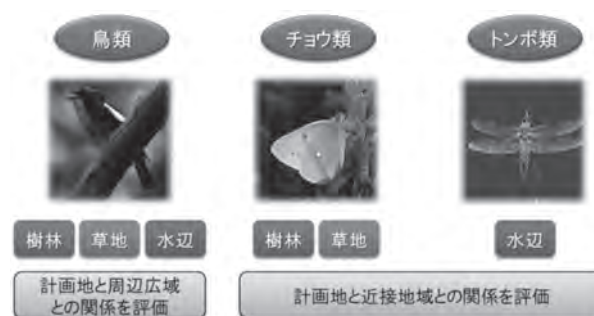
しかしながら、鳥類が飛来・生息するためには緑地や水辺に一定以上の規模が必要となることが多く、小規模な緑地や水辺を創った場合には評価に反映されにくいことが想定された為、以下に続く「チョウ類」「トンボ類」も併せて採用することとした。

②チョウ類

主に、陸域における樹林地や草地といった環境要素について、周辺環境のポテンシャルと計画地内との関係を示しやすい指標として採用した。

③トンボ類

主に、周辺環境のポテンシャルと計画地内の水辺の環境要素との関係性を評価し、示す指標として採用した。但し、トンボ類はその一生を水域のみで過ごすわけではなく、陸域の環境の影響も受けるため、実際には水辺だけではなく樹林地や草地についても併せて評価していることになる。



図—2 評価の指標種群と評価する対象

(b) 指標種

指標種は、国内の広い範囲に分布しており、かつ選好環境に対して出現率の高い種、即ちその環境を代表する種とした。なお、計画内容とあまり関係なく出現する種については指標種から除いている。また、評価ツールの汎用性を考えた場合、極端に分布域が限られる種や希少種は好ましくないことから、指標種から除外した。更に、個体数の少ない種や夜行性の種など発見の難しい種も、効果の検証が行いにくいことから除外している。

(3) 評価ロジック (図—3)

本ツールでは、鳥類 82 種、チョウ類 63 種、トンボ類 36 種を指標種としている。

まず、計画地の所在地（住所）と生物の分布に関する情報を照合し、指標種の中から計画地周辺地域にそもそも存在しない種を除外する。なお、生物の分布に関する情報については、生物の分布状況には気候との関係性が見られることから、気象庁が気象予報等に用いている「市町村等をまとめた区域」を 1 単位としてデータベースを構築している。

次に、施設の周辺環境に関する情報から立地環境を分類し、その地域（評価対象エリア）に高い確率で生息する指標種を絞り込む。即ち、周辺環境の持つ種の供給ポテンシャル（周辺環境から計画地へ飛来するポテンシャル）のある指標種を把握する。

最後に、計画内容に関する情報（計画地内に創出される環境の情報）に基づいて、計画地に飛来するポテンシャルのある指標種の中から、計画内容に生息環境・選好環境が合致・適合する指標種を抽出。その合致・適合状況から、指標種の飛来する可能性の高さを判別する。

周辺環境のポテンシャルを考慮することにより、計画地内に創出する環境が同じであっても周辺環境の違いによって予測結果には違いが生じる。

なお、評価ロジック構築の根幹となるデータベースの作成、周辺環境と内部環境の関係性の整理、生物の生態との関係性の整理は、これまでに実施した調査結果、既往文献、既往調査の結果の整理を受け、専門家の意見に基づいて行った。



図—3 評価ロジック

(4) 評価方法

(a) 周辺環境の入力・評価

生物多様性の観点から施設計画を行う上では、樹林地や草地等の緑地、水辺などの生物の生息環境として重要な要素について、計画地周辺におけるその面積や分布状況を把握することが重要である。

そこで、計画地を中心として周辺に向かって評価対象エリアを同心円状に発生させ、そのエリア内の土地

被覆状況から周辺環境の評価を行うこととした。評価対象エリアの範囲は、計画内容が周辺に対して与える影響を想定し、指標をチョウ類・トンボ類とする場合はその移動能力から一律 1 km、鳥類とする場合は計画地の面積に応じて 1 km～5 km と変動させることとした。

周辺環境評価は、周辺地域の樹林地、草地、市街地、水域といった環境構成要素の有無、面積・構成比率、まとまりの規模、位置関係を把握し、その状況に応じて周辺地域の環境に生息するポテンシャルのある種群を判別することで実施する。

入力は、地図及び航空写真を見ながら、評価対象エリア内の緑地の割合、樹林地、草地、水域のまとまりとしての規模、分布状況を把握して行う。なお、評価対象エリアが判別しやすいよう、対象エリアを円で明示し、円の中について環境を入力する仕様としている。実際の入力画面を図—4 に示す。

なお、タブレット版を開発する以前は、植生図やリモートセンシングデータを基に汎用 GIS ソフトを用いて解析を行い、数値的に概況を把握し評価を実施していた。このような他の分析技術を併用すれば評価・分類の精度を高めることは可能であるが、ここでは対話型評価ツールとしての解りやすさを優先し、日常的に目にする機会の多い地図や航空写真等の画像情報から目視で判断、分類することとした。



図—4 周辺環境の入力・評価画面

(b) 計画内容の入力

計画地内の環境評価においては、計画地内が樹林地や草地、水辺など、どのような環境要素で構成されているかを把握する必要がある。そこで、計画地内の環境要素の現況、もしくは計画案に含まれる環境要素を入力し、把握することとした。実際の入力画面を図—5 に示す。

把握する環境要素は、大きくは「樹林」「草地」「水辺」に分類される。個々の環境要素の有無、及びおよその規模について入力を行う。例えば「樹林」の環境要素で

あれば、「階層構造が充実した樹林」「階層構造が単純な樹林」「疎林」「並木」「孤立木」「低木植込み」と、環境要素の内容に応じて分かりやすく細分化されており、環境要素の質についても大まかに把握することが可能となる。

入力画面については、個々の環境要素に対してイメージ写真と用語解説を併記することで具体的なイメージを共有し、生物多様性に対して深い知識を持たない計画者に対しても、評価のぶれを低減することを目指している。

なお、方針検討に役立てやすいよう、タブを切り替えることで複数案を入力、比較しながら、ケーススタディを行うことが可能である。



図一五 計画内容の入力画面

(c) 評価結果の表示

生物多様性の評価を解りやすく視覚的に示すため、指標とした生物種が計画案によって計画地に飛来する可能性を、その高さに応じて「大」「中」「小」「ほぼ来ない」の4段階で示すこととした(図一六)。また、その生物種の選好環境毎にグルーピングを行うと共に、写真や簡易な図鑑機能を付加し、生物の生態に関する基本的な情報を提供するなど、計画者が結果をより具体的にイメージしやすいよう配慮した。



図一六 評価結果の表示画面

5. ツールの展開

本評価ツールは、生物多様性への新しいアプローチを提供し社会における生物多様性の推進に寄与する可能性を有するサービスであること等が、本年度のグッドデザイン賞やエコプロダクツ大賞(優秀賞)として評価された。

本ツールによって、より多くのプロジェクトを生物多様性に配慮した内容へと誘導することを目指し、積極的な展開を図っている。既に具体的なプロジェクトにおいても、本ツールの技術を活用した計画検討を行っている(図一七)。

なお、本ツールは環境啓発ツールとしての側面も有している。これまで生物多様性などに興味の薄かった方にも、生態系・生物多様性に対する関心を深めてもらえれば幸いである。



図一七 計画検討事例

謝 辞

本評価ツールを開発するにあたってご指導いただいた日置佳之氏(鳥取大学農学部教授)、ご協力いただいた須田真一氏(中央大学理工学部専任研究員)、及び中村忠昌氏(生態計画研究所研究部主任研究員)にこの場を借りて御礼申し上げます。

JICMA

《参考文献》

- 1) 建設の施工企画 No.759, 2013.05

【筆者紹介】

内池 智広(うちいけ ともしひろ)

大成建設㈱

環境本部環境計画部スマートコミュニティ推進室
課長



生物多様性の保全・普及への取り組み

生物多様性簡易評価ツール CSET・BSET

金 内 敦・加 藤 晃 敏

近年、生物多様性に関する注目が高まっている。そのような社会背景の中、生物多様性の保全に関する取り組みとして、都市部における生物多様性を広域的に簡易評価するエコロジカルコリドー簡易評価ツール：Ecological Corridor Simple Evaluation Tool（CSET）（以下「エコロジカルコリドー簡易評価ツール」という）及び建築物、敷地内を対象とした生物多様性簡易評価ツール：Biodiversity Simple Evaluation Tool（BSET）（以下「生物多様性簡易評価ツール」という）を開発してきた。また、生物多様性保全の普及への取り組みとして公益財団法人東京都公園協会青山公園サービスセンターとの共催で「夏休み！生き物観察会」を実施している。本稿では、生物多様性の保全・普及への取り組みを紹介する。

キーワード：簡易評価、生物多様性保全、HEP、普及活動

1. はじめに

2010年に名古屋で開催されたCOP10（生物多様性第10回締約国会議）以降、生物多様性に関する注目が高まっている。例えば、街づくりに生物多様性の考え方を取り入れようとする動きが広がっており、生物多様性が環境に配慮した設計の要素の一つになっている。

そのような社会背景の中、生物多様性の保全に関する取り組みとして、都市部における評価対象地周辺の生物多様性を簡易評価するエコロジカルコリドー簡易評価ツール、及び建築物、敷地内を対象とし、屋上緑化や壁面緑化、敷地内の植栽や水辺の設置による効果を簡易評価する生物多様性簡易評価ツールを開発してきた。エコロジカルコリドー（生態回廊）とは、移動性の高い野生動物が移動できる重要拠点域の間を連続的につなぐ回廊状の生息・生育空間のことである。

両評価ツールは、米国で開発された生態系を評価する手法であるハビタット評価手続き：Habitat Evaluation Procedures（以下、「HEP」という）を応用して開発している。HEPとは、生態系を特定の野生生物のハビタット（生息環境）に置き換え、その適性について定量的に評価する手法である。

また、広域的な生物多様性の評価を行うエコロジカルコリドー簡易評価ツールの開発にあたり、渋谷周辺にある公園、神社等の緑地の植物・昆虫類・鳥類の調査を行った。さらに、生物多様性保全の普及活動の一環として調査箇所1つであった都立青山公園におい

て、2012年から4年連続で公益財団法人東京都公園協会青山サービスセンターと共催で、幼稚園児から小学校低学年を対象に「夏休み！公園生き物観察会」を開催している。

本稿では、生物多様性の保全に関する取り組みとして開発した両評価ツール及び生物多様性保全の普及活動として実施した都立青山公園での「夏休み！公園生き物観察会」について紹介する。

2. HEPについて

本稿で生物多様性の保全の取り組みとして紹介するエコロジカルコリドー簡易評価ツール、生物多様性簡易評価ツールはHEPを応用し開発している。HEPでは、評価対象種にとっての生息地の質を表すHSI（ハビタット適性指数）×生息地の量（面積等）×時間の要素により評価する。エコロジカルコリドー簡易評価ツール、生物多様性簡易評価ツールは、HSI及び生息地の量（面積等）に着目し、評価を行う。HSIを算出するためには、その前提条件やルールを明確にしたHSIモデルを作成する必要がある。HSIモデルとは、餌条件、ねぐらの条件、繁殖条件、水場の条件、天敵の条件などの生息環境条件の中で特に重要なものを選定し、それらの評価種との関係を表したものである。HSIは、 $HSI = \text{評価区域のハビタットの状況} \div \text{理想的なハビタットの状況}$ で示され0.0～1.0に分類される。1.0に近づくに従って理想的な状況であるとされる。

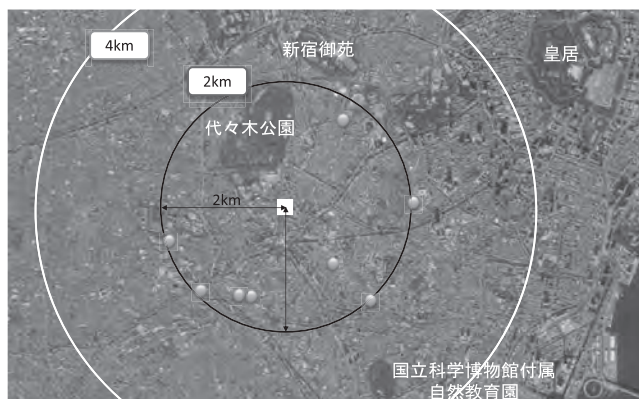
3. エコロジカルコリドー簡易評価ツールの開発

(1) 生物調査と評価対象種の選定

開発にあたり、都市部における生物を把握するため渋谷周辺の植物、鳥類、昆虫類の文献調査及び現地調査による3年間（2010年～2012年）の生物調査を実施した。

文献調査は、当社本社周辺に生育・生息する可能性がある生物を把握するため、渋谷近郊の大規模緑地帯である皇居、都立代々木公園、国立科学博物館付属自然教育園、新宿御苑を調査対象地として実施した。

現地調査は、渋谷周辺に生育・生息する生物を確認し、棲みやすさのポテンシャルを評価する対象種を選定するため、公園、神社等の緑地7箇所を対象地として実施した。調査場所は、図—1に示す。



図—1 調査場所

(2) 評価対象種の選定

エコロジカルコリドー簡易評価ツールにおける評価対象種は、以下の2点を考慮し、鳥類、トンボ類、チョウ類とした。①都市部の緑地は、草地が少ないことから、樹林を主な生息地として利用する種とした。②飛翔能力が高く、移動性が大きいため都市部を利用する頻度が高いと考えられる種とした。具体的な評価対象種は、それぞれ下記のように設定した。

鳥類は、多様な樹林環境に出現し、疎林や林縁部などの比較的開けた環境を好む特徴があるシジュウカラとした。本種は、繁殖期にチョウ類の幼虫を餌とし、葉食昆虫の個体数をコントロールする力を持っていることから、本種の生息が都市においてバランスのとれた食物網の存在の指標にもなると考えられる。

トンボ類は、比較的樹林の公園にも飛来するコシアキトンボとした。本種は、未成熟期には、林縁部を利用し樹林に覆われている池沼などの水上浮遊物に産卵

する特徴がある。このことから、都市部において樹林、水辺を整備すれば誘致できる種であると考えられる。

チョウ類は、都市部においても生息し、林内・林縁生型であるクロアゲハとした。

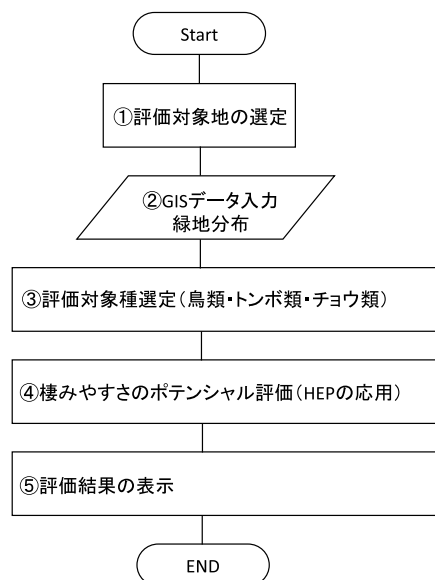
(3) エコロジカルコリドー簡易評価ツール概要

エコロジカルコリドー簡易評価ツールは、評価対象種のハビタットのポテンシャルを評価するため、実施した生物調査、既往研究の結果から評価対象種の生息環境、移動距離等を検討しアルゴリズムを作成している。また、エコロジカルコリドー簡易評価ツールでは評価対象種のハビタットのポテンシャルを棲みやすさのポテンシャルと表記している。

エコロジカルコリドー簡易評価ツールは以下①～④の特徴がある。①前節において紹介した HEP 及び GIS（地理情報システム）を応用している。②評価に用いる土地利用状況のデータは、樹林、草地、水辺、その他の簡易な条件を用いる。③評価対象種は、周囲の環境を考慮し、トンボ類、チョウ類、鳥類の中から選定することが出来る。④評価対象地における評価対象種の棲みやすさのポテンシャルを評価し、点数化する。点数化した結果は、地図上に示すことができ、生き物の棲みやすさを色分けすることにより、視覚的に確認出来る。

(4) 評価フロー

エコロジカルコリドー簡易評価ツールの評価フローを図—2に示す。評価は以下の①～⑤のプロセスで行う。①評価対象地を選定する。②航空写真等から作成した土地利用データを GIS に入力する。③周辺の



図—2 評価フロー

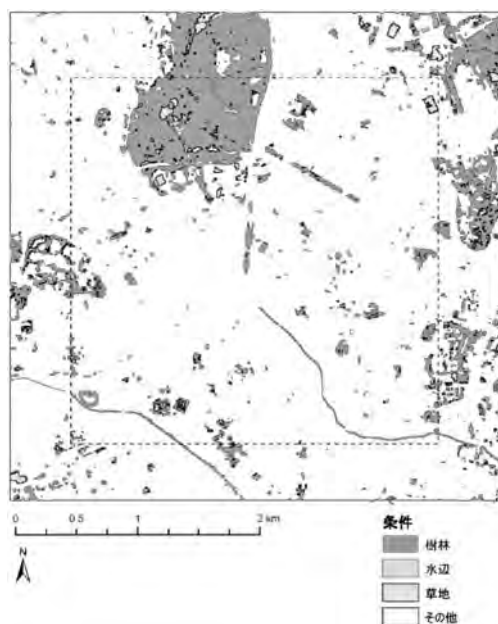
環境を考慮し、評価対象種を選定する。④アルゴリズムを基に評価対象種の棲みやすさのポテンシャルを計算し点数化を行い評価する。⑤評価結果を表示する。評価結果は、評価対象種の棲みやすさスコアのポテンシャルをスコアとして、0.0～1.0に数値化した。スコアが1.0に近づくにしたがって、評価対象種の棲みやすさのポテンシャルが高くなることを示す。棲みやすさのポテンシャルが高いところが連結することにより、エコロジカルコリドーが形成されていることを示す。

(5) 評価結果の一例

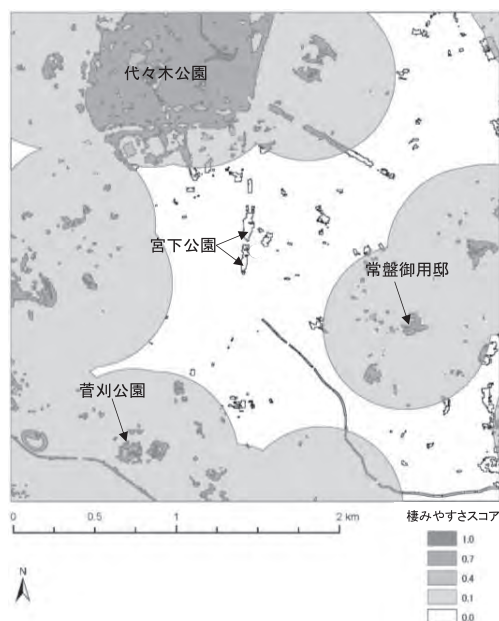
図一3に渋谷周辺の土地利用状況、図一4にコシアキトンボの評価結果を示す。代々木公園と常盤御用邸の間にコリドーの形成が見られないものの代々木公園から菅刈公園までの緑地にコリドーの形成が見られた。また、宮下公園周辺では、緑地が少ないことからコリドーの形成が見られなかった。宮下公園周辺には、代々木公園といった大規模な緑地があることから、代々木公園との間に緑地が増えれば、生物にとって棲みやすい空間になると考えられる。

(6) 妥当性の検証

5年間（2010年～2014年）において実施した現地調査の結果を基に、評価結果の妥当性を検証した。本稿では、コシアキトンボに関する検証結果を紹介する。現地調査は、コシアキトンボの成虫が確認される6月～9月初旬に55箇所の調査場所で実施した。妥当性の検証は、各調査の確認率と各スコアとの関係を



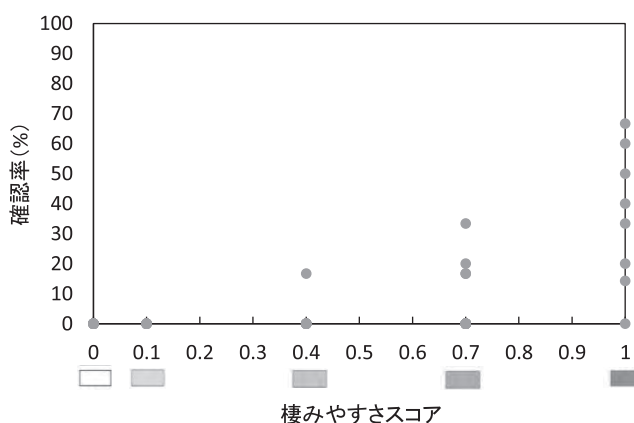
図一3 当社本社周辺の土地利用状況



図一4 コシアキトンボ評価結果

基に検証した。確認率は、 $\text{確認率} = \frac{\text{評価対象種確認回数}}{\text{評価対象種調査回数}}$ とした。

図一5にコシアキトンボの評価結果（棲みやすさスコア）との関係を示す。棲みやすさのスコアが高くなるにつれ、確認率が高くなる傾向を確認した。このことから、エコロジカルコリドー簡易評価ツールは都市部のエコロジカルコリドーの評価に対し、一定の妥当性が確認できたと考えられる。



図一5 評価結果（棲みやすさスコア）と確認率との関係

4. 生物多様性簡易評価ツールの開発

(1) 開発の背景

先述のエコロジカルコリドー簡易評価ツールは、対象とする建物敷地の周辺の環境の生物多様性を評価するものであるが、実際に建物を設計する段階においては、その敷地の中でどのような緑地や水辺を配置すれ

ば生物多様性保全の効果が高いかというような、より具体的な検討が必要となる。そこで建物設計時に使用することを前提とし、その時点で得られる設計情報から敷地内の生物多様性を評価・検討できるツールとして生物多様性簡易評価ツールを開発した。

(2) 生物多様性簡易評価ツール概要

生物多様性簡易評価ツールは建物設計時に計画した水辺や緑地の諸条件を入力すると、自動的に点数として評価され、総合得点が算定できる。評価方法はHEPの概念を応用している。具体的な評価対象とし

て、水辺、樹木、GCP（草花）を対象としており、それぞれについて質を評価するためのHSIモデルを作成した。これに量の評価となる面積を掛け合わせることで、各対象の評価点が算出できる。生物多様性簡易評価ツールでは、さらに重み付けを加えることで各対象を統合し、総合評価点が算定される（図—6）。

生物多様性簡易評価ツールの具体的なシステムの出力画面例を図—7に示す。入力するデータは大きく水辺と樹木、GCPに分けられるが、水辺の特性や面積、樹木・GCPの種類や数量など、基本設計時に入手できる程度の情報だけで評価することができる。ま



図—6 評価方法のイメージ

東急建設式 生物多様性簡易評価ツール 20111101 ver.4

BSET

(ピーセット)

東急建設株式会社

基本情報

物件名: サンプル
 ケース番号: A
 延床面積: 6,000.0 m²
 建築面積: 1,000.0 m²
 敷地面積: 2,000.0 m²

評価日: 2015/11/1
 評価者: 加藤

※留意事項

- ・本ツールは東急建設が独自の規程で判定したもので、絶対的な評価ではありません。設計案の比較や参考値としてご利用下さい。
- ・本評価方法は、対象面積が広いほど点数が高まる傾向があります。広さの異なる物件を単純比較することはできないため、ご注意ください。
- ・算定された点数についての絶対的な評価は現在統計処理中です。今後、点数の目安となる基準を作成する予定です。
- ・詳しい評価方法については、末尾の評価解説をご覧ください。

評価結果

	水辺	樹木	GCP(草花)
各評価(HU)	5.6	1618.8	35.0
補正係数	10.0	1.0	1.0
補正HU	56.0	1618.8	35.0

総合評価 (THU) 1,709.8

効率 (THU*100/敷地面積) = 85.49

算定根拠

a) 水辺

No	名称	質							量	HU
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	HSI	面積 (m ²)	
1	北側	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	4.0	4.0
2	南側	1.0						0.2	8.0	1.6
										5.6

b) 樹木

No	名称	質							量	HU	
		S7	S8	S9	S10	S11	S12	HSI	面積 (m ²)		
1	ヤマボウシ	1.0	1.0					1.0	0.6	173.2	108.2
4	ソヨゴ	1.0	1.0					0.5	0.5	173.2	86.6
6	ヤマボウシ	1.0	1.0					1.0	0.6	153.9	96.2
9	ソヨゴ	1.0	1.0					0.5	0.5	153.9	77.0
											1,618.8

c) GCP(草花)

No	名称	質					量	HU	
		S7	S8	S9	S10	HSI	面積 (m ²)		
1	シバザクラ類	1.0		1.0			0.5	30.0	15.0
2	ヤブラン	1.0	1.0				0.7	30.0	20.0
									35.0

図—7 生物多様性簡易評価ツールの出力画面 (例)

表一 植物データベース (抜粋)

ID	タイプ	分類	名称	種別	花	実	平均高 (m)	単位	資料	共通 SI				樹木 SI		GCP SI	HSI	
										①在来種	②鳥	③蝶(蜜)	④蝶(葉)	⑤樹液木	⑥落葉樹		⑦都市域	算定式
1	平面	樹木	アオキ	低ノ常緑	○		3	本	●	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	(①+(2*②)+③+④+⑤+⑥+1)/8	0.50
2	平面	樹木	アオダモ	高ノ落葉	○		10	本	●	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	-	(①+(2*②)+③+④+⑤+⑥+1)/8	0.75
3	平面	樹木	アオハダ	高ノ落葉	○	○	10	本	●	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	-	(①+(2*②)+③+④+⑤+⑥+1)/8	0.63
4	平面	樹木	アカエゾマツ	針葉樹			13	本	●	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	(①+(2*②)+③+④+⑤+⑥+1)/8	0.50
5	平面	樹木	アカガシ	高ノ常緑			11	本	●	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	-	(①+(2*②)+③+④+⑤+⑥+1)/8	0.63
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
515	平面	GCP	ラムニウムガレオドロロン	Gノ草本	○		-	m ²	●	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	(①+(2*②)+③+④+⑦+1)/7	0.14
516	平面	GCP	リシマキアヌムリア	Gノ草本	○		-	m ²	●	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	(①+(2*②)+③+④+⑦+1)/7	0.14
517	壁面	GCP	ルプスカリシノイデス	Gノツル	○		-	m ²	●	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	(①+(2*②)+③+④+⑦+1)/7	0.14
518	平面	GCP	ローズマリー類	Gノ木本	○		-	m ²	●	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	(①+(2*②)+③+④+⑦+1)/7	0.14
519	平面	GCP	ロニセラニティダ	Gノ木本			-	m ²	●	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	(①+(2*②)+③+④+⑦+1)/7	0.14

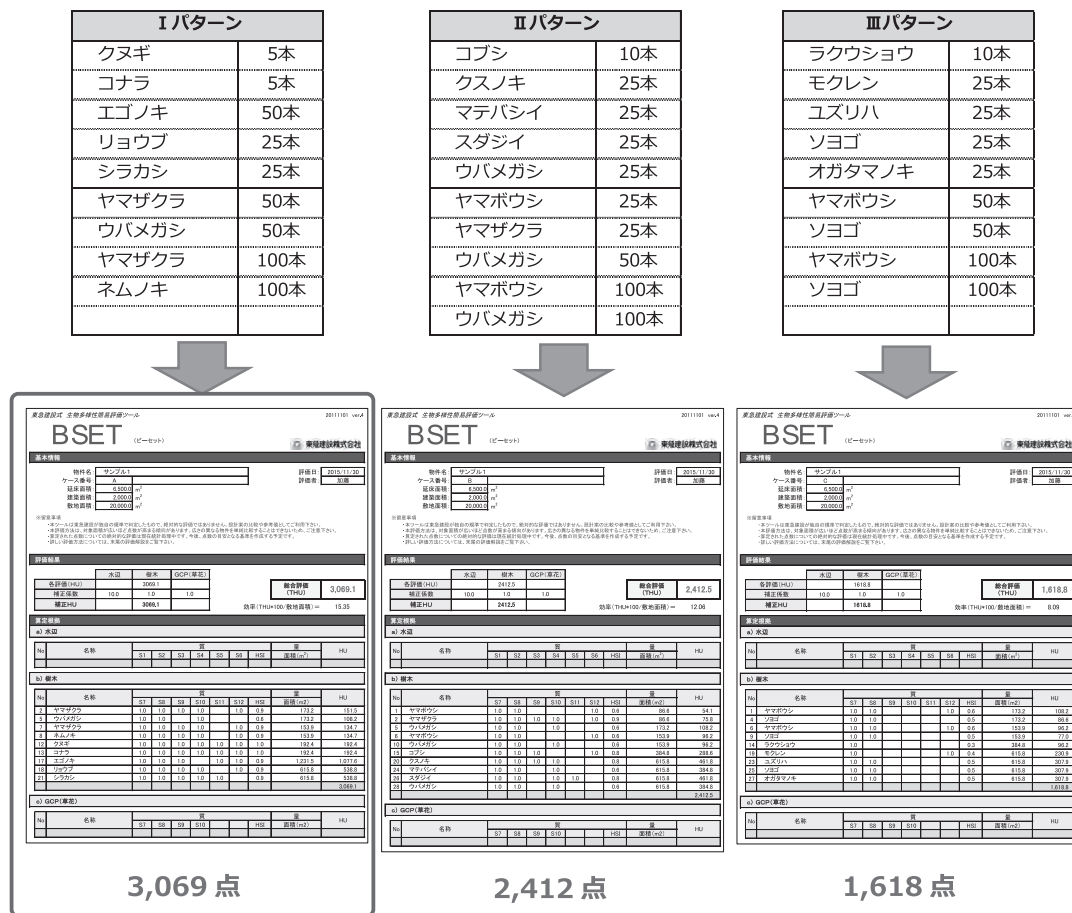
た、樹木、GCPについては、あらかじめ点数を判定した519種の植物データベースが用意されており、そのリストから選択して入力する(表一1)。植物データベースには、あらかじめHSI値が入力されているため、設計者はリストから植物を選ぶだけで、自動的に点数が算出できるようになっている。

(3) 生物多様性簡易評価ツールによる評価

実際の建物設計で生物多様性簡易評価ツールを使用する場合、同じ敷地内で植物の種類やレイアウトを変えたパターンを複数検討し、その中で最も生物多様性保全に優れた計画を選定するという使われ方が多い。

図一8に複数パターンを生物多様性簡易評価ツールで比較検討した事例を示す。Ⅰ～Ⅲパターンは同敷地内で樹木の種類、本数を変えたものであり、それぞれを生物多様性簡易評価ツールで比較している。Ⅰパターンが3,069点、Ⅱパターンが2,412点、Ⅲパターンが1,618点となっており、生物多様性保全においてはⅠパターンが最も優れた組合せであることが点数で容易に判断できる。

生物多様性簡易評価ツールの評価結果は一つの点数で表示されるため、植物や建築の専門家でなくとも優劣を判断することができる。実際にはコストや意匠などの観点も介在するため生物多様性だけで決定される



図一8 生物多様性簡易評価ツールによる比較例

ものではないが、従来は曖昧にされてきた生物多様性に対する評価が、生物多様性簡易評価ツールを用いることで、発注者を含む関係者と共通指標をもって合意形成を図ることができるようになる。

(4) 妥当性の検証

生物多様性簡易評価ツールの評価が妥当であるかを検証するために、他の評価システムとの比較を行った。近年では生物多様性を評価するツールがいくつか開発されているが、ここでは実績の多くあるCASBEE（建築環境総合性能評価システム：建築環境・省エネルギー機構）の「Q3-1.生物環境の保全と創出」と比較を行った。実際に設計した10件の評価結果を表一2に示す。CASBEEの評価点が高いと生物多様性簡易評価ツールの評価点も高くなり、おおよそ同じ傾向を示した。

表一2 ケーススタディ結果

番号	用途	地域	生物多様性 簡易評価ツール の評価点	CASBEE Q3-1 の評価点
1	共同住宅	東京	3,168.6	5.0
2	学校	東京	2,402.8	4.0
3	共同住宅	東京	1,094.8	4.0
4	共同住宅	東京	802.8	4.0
5	共同住宅	神奈川	774.2	3.0
6	共同住宅	神奈川	400.5	2.0
7	共同住宅	神奈川	298.9	2.0
8	共同住宅	神奈川	283.7	2.0
9	共同住宅	東京	94.5	2.0
10	商業施設	埼玉	94.5	2.0

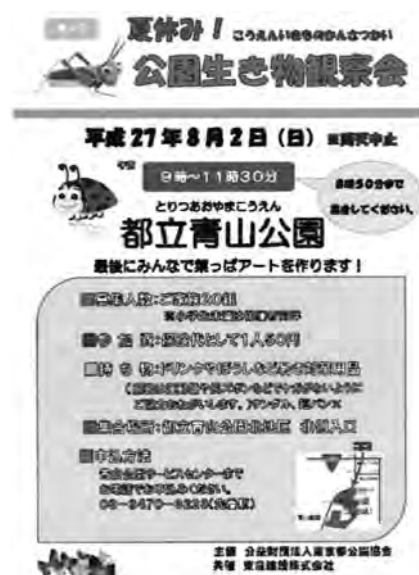
5. 生物多様性普及への取り組み

(1) 概要

エコロジカルコリドー簡易評価ツールの基礎データ収集（生物調査）を実施していた都立青山公園において、生物多様性保全の普及活動として、公益財団法人東京都公園協会青山公園サービスセンターと共催で、幼稚園児から小学生低学年を対象に2012年から「夏休み！公園生き物観察会」を開催している。図一9に「第4回 夏休み！公園生き物観察会」の案内を示す。

(2) 実施内容

観察会では、親子で自然に親しんでもらうために、いくつかのプログラムを実施している。例えば、クイズ形式で、公園内に植栽されている樹木の名称や特徴



図一9 生き物観察会案内



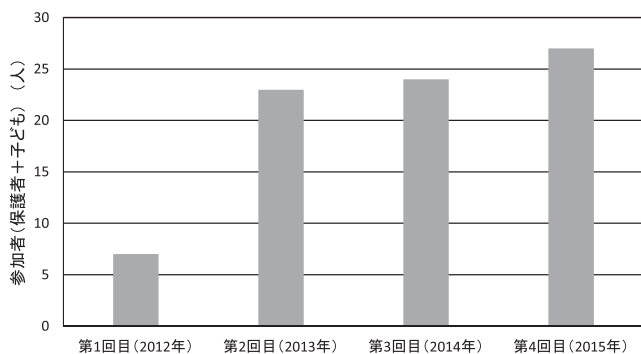
写真一1 観察会実施状況

や園内に生息している昆虫等の生態の説明を行っている。また、園内の樹木の葉っぱを集め「葉っぱアート」等の創作も行っている。写真一1に観察会実施状況を示す。

(3) 参加者の状況

参加者の人数の変遷を図一10に示す。参加者は、第1回目は10名に満たなかったが、第2回目からは20名を超え4年連続で増加し、リピーターも参加している。このことから、観察会が都立青山公園における夏休みの恒例イベントとして認知され始めていると考えられる。

また、参加者から「始めてセミの抜け殻を触りました。」「夏だけでなく四季で実施して欲しい。」との声も出ており、生物に興味を持ってもらうきっかけとなる活動になっている。



図—10 参加人数の変遷

6. おわりに

生物多様性保全への取り組みとして、生物多様性を評価するツール（CSET, BSET）と生物多様性保全を普及するための「夏休み！公園生き物観察会」を紹介した。

今後も上記ツールによる緑化提案や観察会の開催により、生物多様性に対する取り組みを実施していく予定である。

謝 辞

CSET, BSET の開発は、東京都市大学環境学部 環境創生学科ランドスケープ・エコシステムズ研究室 田中章教授のご指導を受け実施しました。ここに記して深く感謝致します。

J C M A

《参考文献》

- 1) 滋賀県, 滋賀県ビオトープネットワーク長期構想—野生動植物の生息・生育環境の保全・再生・ネットワーク化に関する長期構想—, 琵琶湖環境部自然環境保全課, 2008 年
- 2) 田中章, HEP 入門—〈ハビタット評価手続き〉マニュアル, 朝倉書店, 2006 年

〔筆者紹介〕



金内 敦（かねうち つとむ）
東急建設㈱
土木本部 環境技術部



加藤 見敏（かとう あきとし）
東急建設㈱
建築本部 技術管理部 技術管理第二グループ

歴史的文化財の景観復元への取り組み

連続繊維補強土工を適用した歴史的文化財での斜面災害復旧事例

宇次原 雅 之

歴史的文化財の周辺斜面において災害復旧を行う場合には、斜面の安定に加え、歴史的景観の復元・保全を求められる場合が多い。歴史的景観の復元では、周辺の自然環境との調和だけでなく、文化財建造物との調和や眺望としての価値などにも配慮する必要がある。本報告では、このような点を考慮して、鉄筋挿入工と連続繊維補強土工、植生工を組み合わせた複合補強土工を適用して行った斜面災害復旧事例を紹介する。いずれの復旧箇所も、周辺の景観や眺望、自然環境に違和感なく溶け込んでおり、歴史的景観も含め良好な景観が復元できたものと考えられる。

キーワード：歴史的文化財、斜面災害、歴史的景観、連続繊維補強土工、植生工

1. はじめに

近年、集中豪雨や地震による斜面災害が各地で多発し大きな被害をもたらしているが、社寺や城郭などの歴史的文化財を取り巻く斜面でも例外ではない。特に歴史的文化財は斜面地形を利用して建造されているものが多いため、斜面崩壊発生の危険性は高いと考えられる。

文化財周辺の斜面において災害が発生した場合の復旧対策では、斜面の安定を確保することがまず第一となるが、景観や環境の復元・保全も欠かすことのできない検討項目となる。近年、道路のり面の施工などにおいても景観や周辺の自然環境への配慮が求められることが多くなっているが、文化財周辺の斜面では、単純に周辺の自然環境と調和した復元を行うだけでなく、文化財建造物との調和や眺望としての価値など、自然環境の再生とは異なる観点からの検討も求められる。

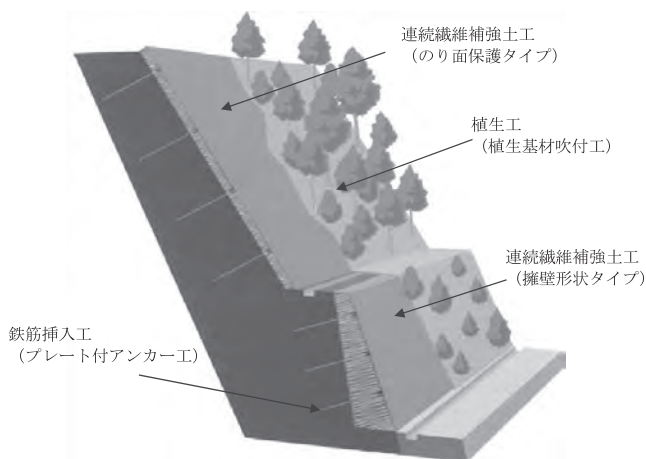
本報告では、斜面の安定確保だけでなく、文化財としての景観や環境に配慮して行った斜面災害復旧対策の事例を2件紹介する。

2. 連続繊維補強土工を用いた斜面对策

紹介する2事例は、いずれも鉄筋挿入工と連続繊維補強土工、植生工を組み合わせた複合補強土工法で復旧を行ったものである（図—1）。

このうち連続繊維補強土工は、ポリエステル繊維を

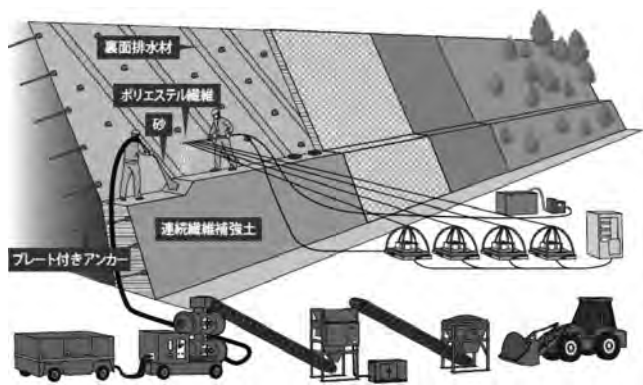
定向配列させて砂とともに斜面に吹付けることにより、疑似粘着力を持たせるのり面保護工法である¹⁾（写真—1，図—2）。ボルト間の土砂の中抜けに対する抵抗力が確保されるほか、セメントを使用していない



図—1 鉄筋挿入工と連続繊維補強土工、植生工による複合補強土工法



写真—1 連続繊維補強土工の施工状況



図ー２ 連続繊維補強土の施工概要（模式図）

表ー１ 連続繊維補強土の標準配合（仕上がり 1.0 m³ 当り）

名称	仕様	使用量	備考
砂質土	洗い砂	1.0 m ³	仕上がり
連続繊維	ポリエステル	3.3 kg	
保水・保肥材	有機質ブロック体	1～2 個 / m ²	

ため植物の根系の伸長が容易であり、厚い良質な植生基盤を提供できることから、多様な植生の復元が期待できる材料である。砂と糸の仕様と配合を表ー１に示す。

本工法は、道路、ダムサイトの切土対策として広範囲に用いられているほか、国立公園や風致地区など、環境・景観への配慮が必要な斜面にも適用されており、多くの実績が残されている。

3. 清水寺での災害復旧事例

(1) 斜面災害の概要と復旧対策

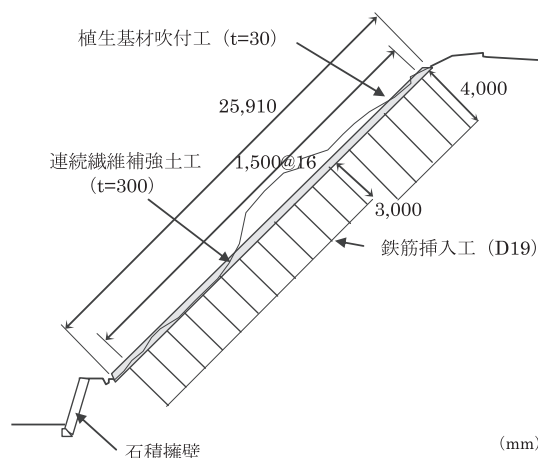
1994年に世界遺産に登録され、世界中から多くの観光客が訪れる国宝「清水寺」では、平成11年7月の梅雨前線の活発化に伴う大雨により境内で土砂崩れが発生し、斜面の下にあった茶店が押しつぶされるという災害が発生した（写真ー２）。崩壊した斜面は、清水寺の名の由来にもなった「音和の瀧」のすぐ脇にあり、多くの観光客が訪れる場所であることに加え、「清水の舞台」からの優れた眺望の一部をなしている。このため、斜面の安定だけでなく、景観の復元も重要な課題となった。

この課題を克服する復旧対策として、鉄筋挿入工と連続繊維補強土工、植生工を組み合わせた複合補強土工が選定された（図ー３）。

鉄筋挿入工では、斜面の永続的な安定性を確保することを目的に、補強鉄筋に耐腐食性が高い材料が用いられた。鉄筋挿入工と組み合わせるのり面工には一般にのり枠工が用いられることが多く、景観に配慮する



写真ー２ 崩壊直後の状況（平成11年）



図ー３ 「音和の瀧」の脇にある斜面の対策概要（断面）

場合には枠内の緑化が行われる。しかし、枠内を緑化しても、紅葉や桜の合間からコンクリート構造物が見えてしまうことになり、景観へのダメージは大きい。このため、のり面工として厚さ30 cmの連続繊維補強土工を施工し、受圧板の被覆と植生基盤の提供を行う方法が選定された。

(2) 景観の復元²⁾

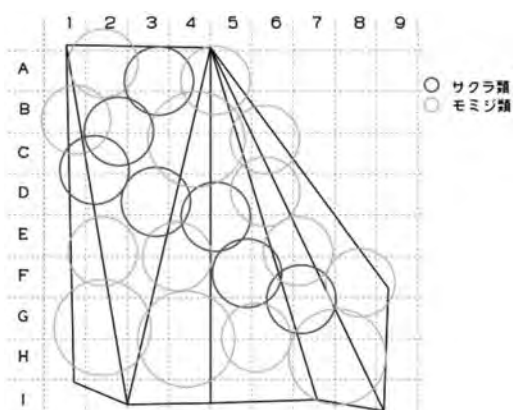
当該斜面は、清水の舞台からの眺望を構成する重要な位置にあり、秋には遠くに子安塔を望む錦雲溪の紅葉に、また春には舞台の裾から連続する桜に彩られる斜面でもある。このため、植生工では、そのような長きにわたって形作られてきた文化財としての眺望を考え、復元の検討を進めた。

重要と考えたのは、導入した樹木が将来どのような景観を創出するかという点である。このため、将来の樹冠投影予想図を作成し、斜面全体の植生推移を想像しながら植栽配置を進めた（図ー４）。

一般に工事で行われる緑化では、管理しやすいように、斉一的で均等な植栽配置が採用される。このため、構成される斜面も人工的な印象が強くなり、文化財的

な風景にはなじまないと考えられた。そこで、自然配植手法の考え³⁾を取り入れて植栽配置を行い、自然な景観の創造を心がけた。導入する樹種は京都市内で生産されている自生種を用い、表一2に示すように四季の変化とともに景観を創造する景観木（サクラ、モミジ、カエデ）と林床植物、地被植物を組み合わせ、図一5のような配置とした。

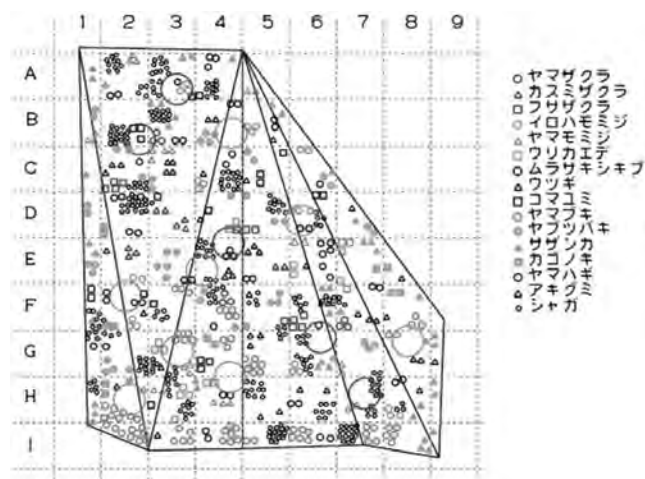
写真一3は、施工から概ね14年が経過した平成25年の斜面の状況である（向かって右側は後述する平成25年の崩壊復旧箇所）。導入した植物は、周囲の景観との違和感がほとんどない状態となっている。クズが侵入して樹木に絡みつ়状態となり、除去管理として剪定や伐採が実施されたため、初期に想定したままの成長が進んでいるわけではないが、紅葉の時期には、



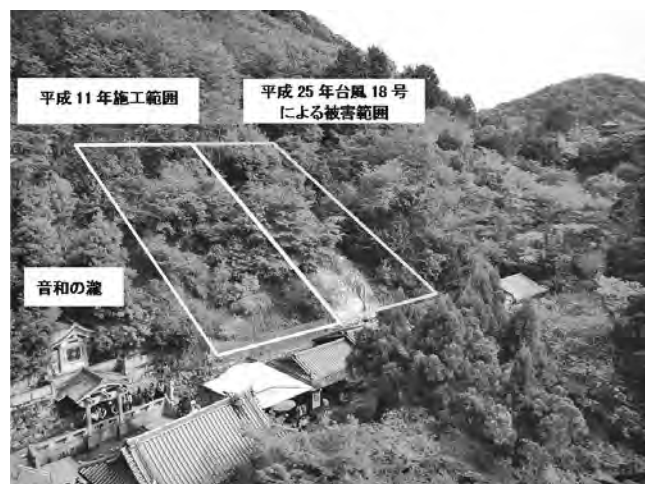
図一4 40年後の樹冠予想

表一2 植栽樹種および本数一覧

樹種	小苗木	大苗木	備考
ヤマザクラ	9	5	高木・景観木
カスミザクラ	10		高木・景観木
フサザクラ	12		高木・景観木
イロハモミジ	25	8	高木・景観木
ヤマモミジ	27		高木・景観木
ウリカエデ	18		高木・景観木
ムラサキシキブ	39		低木
ウツギ	19		低木
コマユミ	20		低木
ヤマブキ	76		低木
ヤブツバキ	46		常緑樹
サザンカ	46		常緑樹
カゴノキ	12		常緑樹
ヤマハギ	17		先駆種
アキグミ	24		先駆種
木本植物合計	400	13	
シャガ	300		地被植物
合計	700	13	



図一5 植栽計画



写真一3 平成25年の斜面状況

4～5 mに成長したあでやかな紅色のモミジやカエデが、自然な配置で点在する景観が作り出されており、次第に名勝地の景観に溶け込みつつある。

(3) 平成25年の災害に対する復旧

平成25年に、清水寺は再び豪雨に見舞われた。これにより、境内で表層崩壊が発生し、平成9年に復旧した箇所近接する斜面でも崩壊が発生した（写真一3）。鉄筋挿入工、連続繊維補強土工により平成11年に復旧が行われた斜面では異常は見られず、対策により十分な安定が確保されていることが実証された。このため、斜面の安定確保と景観復元効果を兼ね備えた復旧対策として、平成25年の崩壊箇所にも同工法が適用された（写真一4、5）。

平成25年に発生した災害では、清水寺で最も古い建造物である子安塔下の斜面において、やや深い崩壊が発生した。軟質な土砂層が深くまで分布しており、安定対策を行わないと子安塔の安定が確保できない危



写真—4 「音和の瀧」近接斜面での連続繊維補強土工施工状況 (平成 26 年)



写真—6 グラウンドアンカー工による斜面安定対策と連続繊維補強土工の施工 (平成 26 年)



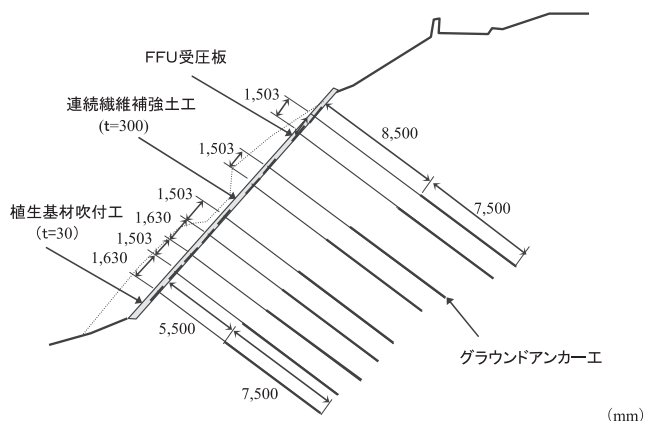
写真—5 景観が復元されつつある斜面の状況



写真—7 植生工実施後の状況

険性があった。この斜面も、「清水の舞台」からの遠景を構成する斜面であり、景観への十分な配慮が求められた。

斜面安定工としてはグラウンドアンカー工が採用され、受圧板により埋め尽くされた斜面表面を連続繊維補強土工で覆い、植生工が実施された（図—6、写真—6, 7）。現段階で緑に覆われた斜面となっているが、景観の復元効果については今後の検証をしていく予定である。



図—6 子安塔下の斜面の復旧対策概要 (断面)

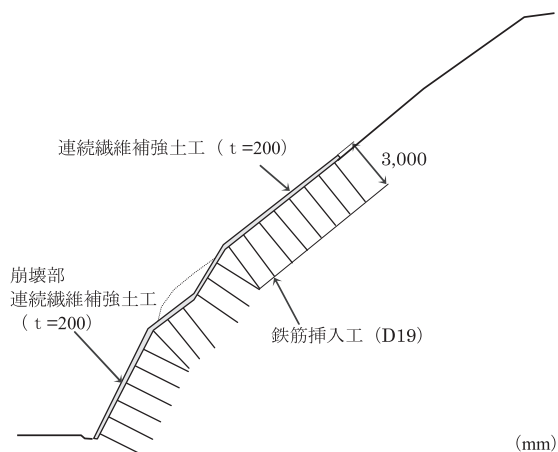
4. 鹿島神宮における適用事例

(1) 災害の概要

「武甕槌大神」を御祭神とする鹿島神宮は、古くから武神として仰がれており、境内には徳川二代将軍秀忠公により奉納された社殿をはじめとして多くの文化財が立ち並び、現在も多数の参拝者が訪れる。境内にある御手洗（みたらし）池は、1日に40万リットル以上の湧水があり、水底が一面見渡せるほど澄みわたった池である。昔は参拝する前にここで禊を行ったと言われ、現在でも年始に大寒禊が行われている。

この御手洗池の湧水の湧出口上部の斜面が、平成25年に台風26号に伴う豪雨により表層が崩壊し、土砂がむき出しとなった。参拝者の安全確保は当然ながら、土砂が池に流れ込み、水の汚濁が発生することが懸念された。同神宮の境内は国史跡であり、樹叢は県の天然記念物に指定されている。そのため、美しい神水を汚すことなく、かつのり面の安定と神々しい周辺の森との調和がとれた景観を復元するため、鉄筋挿入工、連続繊維補強土工、植生工による復旧が行われた。

対策工の概要を図—7に、施工状況を写真—8～10に示す。



図—7 復旧対策工の概要（断面）



写真—8 土砂がむき出しになった崩壊後の斜面



写真—9 鉄筋挿入工による安定化



写真—10 復旧後の斜面の状況



写真—11 復旧後の湧出口周辺斜面

(2) 景観の復元

本神宮の境内は国史跡に指定されていることから、外来種の導入を避け、自生種による緑化の実施が検討された。植物は、近接する斜面からの移植および森林表土内に含まれている埋土種子からの発芽生育を目指すこととした。移植植物は、事前に周辺斜面の植生を調査し、アリドウシ、アオキ、スゲ、ヤツデ、マンリョウの6種類とシダ類とし、事前に採取して、ポット（コンテナ）に仮植えて養生したものを使用した。採取量は約1本/4 m²とし、6種で60～80本とした。また、隣接する斜面から森林表土を採取し、緑化基材と混合して吹付けた。

以上の結果、澄み切った神水を維持したまま復旧がなされた（写真—11）。現在は、周囲と同様の緑の斜面が回復し、穏やかな姿を水面に反映させている。このように、何事もなかったかのような景観に復元できたことは、景観に配慮した対策工の効果として評価してよいものとする。

5. 今後の展望

本報告では、歴史文化財の周辺斜面において発生した崩壊斜面の復旧において、景観や環境の重要性を考慮して復旧を行った事例を紹介した。鉄筋挿入工と連続繊維補強土工、自然配植手法や埋土種子の利用などを用いた植生工を組み合わせることで、豊かな文化財周辺斜面の復元を行うことができた。景観復元に対する効果については、今後も引き続き調査を行いながら検証していく予定である。

また、本報文では紹介していないが、連続繊維補強土工は地形の復元も可能である。歴史的な文化財周辺の斜面では、植生だけでなく、傾斜の変化や凹凸など、微地形の創出を含めた景観の復元が必要となることもあると考えられ、そのような場合に連続繊維補強土工は

有効な手法となると考えられる（地形の復元効果を利用して、古墳や土塁などの復元を行った実績もある⁴⁾）。

一般にモミジなどが大きくなり、周辺の景観になじんで美しい景観を形創るためには数十年の年月が必要である。紹介した清水寺の景観も、長い間かけて多くの人々の手で構築された貴重な文化財である。鹿島神宮の神聖な泉の水面に映える斜面も同様である。日本の宝ともいえるこれら歴史文化財の斜面景観を後世に伝えていくことに、微力ながら貢献してきたいと考える。

謝 辞

本事例の施工および本報告の掲載にあたり多大なご配慮をいただきました，清水寺関係者皆様，鹿島神宮関係者皆様に記して感謝申し上げます。

JCM A

《参考文献》

- 1) 一般財団法人 土木研究センター，法面保護用連続繊維補強土「ジオファイバー工法」設計・施工マニュアル 平成 21 年 4 月
- 2) 山田守，景勝地の斜面緑化対策事例，斜面防災・環境対策技術総覧，株式会社産業技術サービスセンター発行，pp763-768，2004.
- 3) 高田研一，大規模一様から小規模多様な法面緑化へ，環境技術，Vol.29, No.11, pp.866-871, 2000.
- 4) 奈良文化財研究所埋蔵文化財センター 埋蔵文化財ニュース 119 号「遺跡の斜面保護」<http://mokuren.nabunken.go.jp/NCPIS/ShamenHogo/CaoNews119-00.html>

【筆者紹介】

宇次原 雅之（うじはら まさゆき）
日特建設(株)
技術本部 知財・戦略部長



平成 27 年度版 建設機械等損料表 発売中

■平成 26 年度版に対する変更点

- ・損料算定表の諸元記載要領も変更し読み易さを改善
- ・「機械運転単価表」の作成例を、現行歩掛に合わせて見直し
- ・関連通達・告示に「東日本大震災の被災地で使用する建設機械の機械損料の補正」を追加

■B5 判 モノクロ 本編 592 ページ

■一般価格

7,920 円（本体 7,334 円）

■会員価格

6,787 円（本体 6,285 円）

■送料（単価） 600 円（但し沖縄県を除く日本国内）

注 1）沖縄県の方は一般社団法人沖縄しまたて協会
（電話：098-879-2097）にお申し込み下さい。

■発行 平成 27 年 5 月 9 日

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>

高速道路緑化と生物多様性の取り組み

伊藤 賢 一

生物多様性の問題は、気候変動と並ぶ地球規模の環境問題として深刻化している。高速道路の建設や管理においても自然環境の保全は重要な課題であり、これまで様々な取り組みを実践してきた。本報では、高速道路における緑化や環境保全の取り組み方針を説明し、具体的な実施事例を紹介するものである。

キーワード：道路緑化、機能植栽、エコロード、地域性苗木

1. はじめに

我が国の高速道路を建設するにあたり、1956年（昭和31年）に日本道路公団が設立された。まず、名神高速道路の建設に着手し、その後、東名高速道路、中央自動車道などの新規五道、縦貫道、横断道、環状道路などを完成させ、平成27年末時点における高速道路会社（東日本高速道路㈱、中日本高速道路㈱、西日本高速道路㈱）の管理する道路延長は、約9,300 kmとなった。

日本道路公団は2005年（平成17年）に東日本高速道路㈱、中日本高速道路㈱、西日本高速道路㈱の3会社に分割・民営化されたが、高速道路における自然環境保全の取り組みは、現在も共通の認識により進められている。

2. 高速道路緑化の変遷

高速道路の緑化は、高速道路を取り巻く環境の変化に沿って進化を遂げ、大きく五つの時代に分けることができる。

まず、名神高速道路時代であるが、道路建設においても試行錯誤の折、道路緑化に関しては、初代総裁の「高速道路は可能な限り緑化する」との方針が打ち出され、中央分離帯においては、対向車のヘッドライトの光を遮る機能を持った植栽形式が実験の結果完成した。

続く東名高速道路時代にあっては、道路緑化の機能が更に進展し、良好な道路景観の形成、道路交通の快適性・安全性の向上のための機能植栽が定着し、路傍植栽の概念が確立された。

そして「新規五道」（東北自動車道、中央自動車道、北陸自動車道、中国自動車道、九州自動車道）の時代

に入ると、生活環境や自然環境など、高速道路の周辺環境にも配慮した緑化に重点が置かれた。

その後、横断道の建設と「管理」の時代に入り、地域とのふれあいのある道路空間づくり、生きものにやさしい道路づくり、植物による地域性の演出を考慮した道路緑化へと進展した。

環境の時代といわれる21世紀は、地球規模での環境保全を重要課題として捉え、積極的な高速道路緑化の推進により生まれた緑地が、地域の生態系ネットワークを形成し、沿道の生活環境や自然環境の保全、地球温暖化の抑制に寄与している。

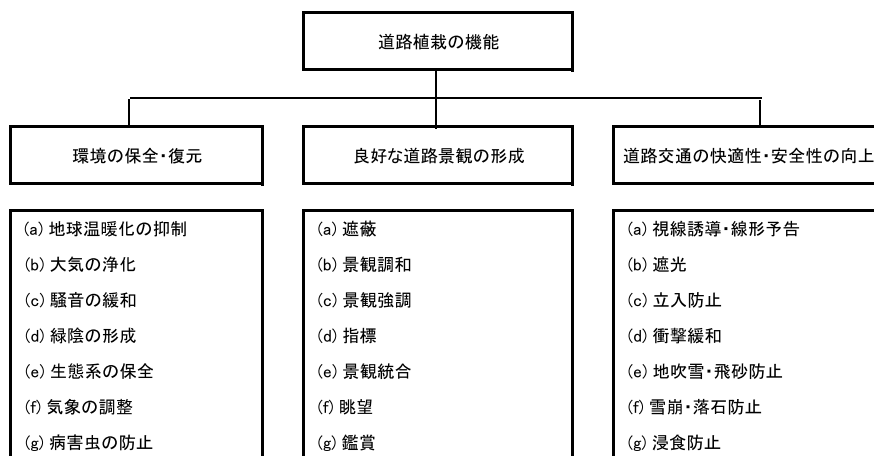
3. 高速道路緑化の役割（機能植栽）

高速道路の緑化を考える際、道路を走行するお客様からの視点と地域の方々などからの視点の2種類があることに留意する。また、帯状に長く伸びる高速道路は、周辺の環境や景観に大きな影響を及ぼすため、周辺と一体となった空間を形成する必要がある。

このような特性を踏まえ、道路緑化には「環境の保全・復元」、「良好な道路景観の形成」、「道路交通の快適性・安全性の向上」という三つの役割があり、これらの役割を果たすため、様々な機能が求められている（図—1）。

（1）環境の保全・復元

緑豊かな道路づくりをすることによって、地球温暖化抑制への貢献、生物多様性の保全、あるいは沿道の生活環境の保全、自然環境の保全・復元を図り、道路建設および自動車交通による環境への影響を最小限に抑えることを目的としている。



図一 道路植栽の機能

（a）地球温暖化の抑制

樹木は光合成によって大気中の二酸化炭素を取り込み、植物体内に固定する。健全な樹木、樹林の形成は、二酸化炭素の増加を抑え地球温暖化を抑制する効果を期待するものである。ただし、地球温暖化の抑制効果のみを目的とした緑化形式はなく、すべての樹木が副次的に有している機能である。

（b）大気浄化

樹木は大気汚染物質を呼吸によって植物体内に吸収、葉面などに付着させるなど大気を浄化している。また、道路脇の樹木により排気ガスなどを上空に拡散させ、周辺の住宅などに直接流れ込むのを防ぐものである。この機能もまた、樹木の存在により副次的な機能として発揮される。

（c）騒音の緩和

道路脇の樹林帯は、樹木の枝葉が音のエネルギーを吸収・反射し、自動車交通の騒音を和らげる。また、樹木があることによる視覚的、心理的な効果も期待される。植樹帯の幅が広く、高密度で複層林（高木、中木、低木の混交）ほど効果が高い。

（d）緑陰の形成

樹木は直射日光を枝葉で遮るだけでなく、葉は蒸散作用を行うため涼しい空気をもたらし、路面や車内の温度上昇を抑える効果がある。駐車中の車内環境を改善することで、駐車中車両のアイドリングストップの推進が期待できる。

（e）生態系の保全

緑地は多様な生物の生息空間であり、带状に連続する道路のり面に樹林を形成することにより、様々な生物の生息場所、移動経路など、周辺地域の生態系を保全し、また、新たな生息環境を創造する。

（f）気象の調整

道路建設などにより樹林が伐採され、樹林内に風が

吹き込んだり、日照が差し込むことによって林内の気象が変化することを、植栽によって緩和させ、動植物の生息・生育環境への影響を和らげる。

（g）病虫害の防止

のり面などを草地のままとせず、樹林を形成することにより、生物の多様性が増加し、特定の病虫害の蔓延を防ぐ効果が期待される。

（2）良好な道路景観の形成

道路の緑（樹木）によって地域性にあふれ、季節感豊かな走行景観を創り出し、その地域ならではの景観を楽しんでいただくなど、周辺景観と調和した道路づくりを目的としている。

（a）遮蔽

景観上好ましくないような構造物などを植栽で遮り、緑の景観に置き換えることによって心地よい走行景観を創り出す。

（b）景観調和

遮音壁などの構造物の前面などに植栽することによって、背景となる自然景観との調和を図る。

（c）景観強調

単調な景観が続くようなとき、樹木の植栽間隔や樹高を変えるなどリズムカルな植栽を行うことや、花や紅葉などの植物自身の美しさを利用して、走行景観に変化を持たせ、眠気や疲労を防止する効果がある。

（d）指標（インターチェンジなどの目印）

特徴的な樹形を持つ樹木や、樹高の高い樹木をインターチェンジなどに植栽し、ドライバーにとって目印（ランドマーク）となる。

（e）景観統合

不揃いな形や色、材質のものが無秩序にあって混乱した走行景観を、植栽により統一感をもたらし、心理的に安定感をもたらし効果がある。

(f) 眺望

休憩施設などで優れた眺望が得られるとき、それを眺めるのに最適な場所からその眺望景観がより引き立つよう植栽などによって環境を整える。

(g) 鑑賞

植物が持つ、新緑、開花、紅葉、結実などの季節の変化は、見る人に安らぎを与え、高速運転の疲れを癒す効果がある。

(3) 道路交通の快適性・安全性の向上

道路の植栽によって走行環境を改善して快適性・安全性の向上を図ることを目的としている。

(a) 視線誘導・線形予告

道路脇の樹木により、前方の道路線形を予知させ、また、視線を線形方向に誘導する。

(b) 遮光

中央分離帯や一般道が隣接している場所に、樹木を植栽することにより対向車のヘッドライトによる眩しさを防止する。

(c) 立入防止

植栽により休憩施設内での立入を制限したり、道路敷地外からの本線内への人の侵入を防止する。

(d) 衝撃緩和

車が車線から飛び出した場合に、衝突による衝撃を樹木のしなやかさで吸収・緩和し、交通事故の被害を軽減する。

(e) 地吹雪・飛砂防止

樹林の防風機能によって風の勢いを低減させることにより、雪や砂が道路内に飛来して視界不良を起こすことを防ぐ。

(f) 雪崩・落石防止

斜面における転石や積雪の滑落を樹林の杭抑止機能で防止する。

(g) 浸食防止

造成された斜面に雨滴が直接当たらないよう植生工による緑化を行い、樹木などによってのり面などの保全を図る。

4. 自然にやさしい道づくり「エコロード」

高速道路会社では、将来にわたり自然環境と共存・共生していく高速道路を目指し、道路の計画段階から建設、維持管理のすべてにわたり「自然にやさしい道づくり」の取り組みを行っており、これを「エコロード」と称している。

(1) エコロードの進め方

エコロードは、道路による自然環境への影響を緩和する「マイナスの低減」と、道路空間を利用して新たな生息・生育環境を創出する「プラスの付加」の2つの考え方で進めており、道路の計画、調査設計、工事の各段階では対策を実施し、開通後においても定期的な点検、事後調査、適切な維持管理を行うなど、一貫した環境保全への取り組みを行っている。

(a) マイナスの低減「回避」

道路計画段階においては、生物やその生息・生育環境に直接的な影響がないように、平面・縦断線形を詳細に検討し、その地域を避けて路線を変更するなど、自然環境に及ぼす影響を回避する手法である。

(b) マイナスの低減「最小化」

回避が困難な場合や回避しても自然環境に影響を及ぼす場合は、改変面積や規模をできる限り小さくするような道路構造の採用、野生動物の移動経路の確保、既存林の保全など、自然環境への影響を最小限化することを検討する。

(c) マイナスの低減「修復・再生」

改変された自然環境に対し、のり面に周辺地域と同等の樹林を形成させるような植栽を行うなど、早期に自然環境を復元させるものである。

(d) マイナスの低減「代償」

回避、最小化、修復・再生では十分な対応ができない場合には、道路によって失われる生息・生育環境と同等の代替環境を付近に整備することを検討する。

(e) プラスの付加

のり面やインターチェンジ、休憩施設など、道路建設により新たに出現した道路空間を利用して、動植物の生息・生育環境を新たに創出するための整備を行う。

(2) 地域性苗木による道路緑化

これまでの道路植栽は、全国各地の樹木生産地から樹木を購入し、植栽を行ってきたが、自然環境が豊かな地域においては生物多様性を保全することを目的に「地域性苗木」を用いた植栽を行っている。

地域性苗木は、道路建設予定地周辺に自生している樹木の種子を採取し、その種子を発芽させ苗木に育成したもので、採取地付近の道路のり面などに植栽することとしている。この苗木は、その地域固有の遺伝子情報を持っており、生態系、種、遺伝子の3つのレベルの保存や、地域外の樹木などとの交配抑制に貢献するものである。

地域性苗木の栽培（生産）は、(株)高速道路総合技術研究所・緑化技術センター（滋賀県湖南市）で行って

いる。緑化技術センターは、高速道路緑化用の樹木が市場に無かった昭和33年に、日本道路公団の直営苗圃として開設され、中央分離帯の樹木などを育成・栽培し、その後、地被植物、草花と栽培品目を転換しながら現在に至っている。

この地域性苗木の取り組みは、自生する樹木からの種子採取方法、種子の発芽特性、発芽から苗木までの育成管理、苗の高さや形状、苗のユニット化、運搬方法など様々な分野において技術開発を行った結果、地域性苗木として誕生し、平成8年に中央道裏高尾地区に植栽されて以来、現在までに全国で90万本以上が植栽されている。

この地域性苗木による道路緑化は、地域に自生する樹木を使用して生物多様性の保全を図るシステムを構築・適用して移入種による遺伝子の攪乱を防ぐなどの生物多様性の保全に貢献したことが評価され「平成21年度 土木学会環境賞」、「2010年 日経地球環境技術賞」を受賞した。

5. これまでの取り組み事例紹介

高速道路における自然環境保全は、名神高速道路の建設時代から行われ、その後、前述の「エコロード」の取り組みにより、すべての高速道路において実践されてきた。

(1) 切土のり面における植生復元（名神高速道路）

名神高速道路の上り線、養老サービスエリアの手前に象鼻山があり、その裾野を高速道路が通過している。この箇所の切土のり面は勾配を緩くカットし、尾根に沿った形状でラウンディング（整形）したことにより、周辺の自然植生が早期に復元し、現在では自然環境の改変を感じさせない様相を呈している。

高速道路建設の初期の段階における取り組みであ



写真一 開通当初



写真二 10年後の状況



写真三 40年後の状況

り、自然環境保全、周辺との景観の調和の代表事例として、現在においても各方面で紹介されている（写真一～三）。

(2) 表土の活用（東富士五湖道路、首都圏中央連絡道（以下「圏央道」））

表土は自然の作用が生み出す貴重な「資源」であり、何万年という長い年月をかけて生成され、植物の生長を助ける「腐植」や地域の植物の種子を多く含んでいる。

表土は高速道路の路体としては不向きであり、一般的な地域での活用事例は少ないが、自然環境が豊かな地域を通過する道路においては、大規模に表土を保管し、造成完成後の盛土のり面やインターチェンジの表面に利用することがある。

東富士五湖道路や圏央道においては、植栽した樹木の生長を促進するとともに、埋蔵種子などから植物が発芽し、早期に自然環境を復元させる目的から盛土のり面に表土を活用した工事を行った。

(3) ビオトープの整備（圏央道 他）

ビオトープは生物が生息・生育する空間・環境であ



写真—4 水辺のビオトープ整備



写真—6 植栽直後の切土のり面



写真—5 エコスタックの整備



写真—7 10年後の状況

り、前述の道路建設によって失われる環境の「代償」として、また、道路空間を活用した生物の生息・生育環境の創造として施工される（写真—4）。

圏央道の八王子ジャンクション内には、絶滅危惧種であるモリアオガエルを保全するため、水辺と樹林が一体となった環境整備を実施した。ビオトープはジャンクション内に3ヶ所整備され、毎年、モリアオガエルの産卵が確認されている。また、昆虫類や爬虫類、小動物などが生息・生育する空隙の多い空間・環境を創造するために、木材や石積みなどで「エコスタック」を整備した（写真—5）。

（4）切土のり面の緑化（中央自動車道、新東名高速道路）

切土のり面の林縁部には、周辺の既存林に対する日照、風雨、乾燥などの影響を緩和させるためにマント植栽と呼ばれる林縁植栽を行うこととしている。

これまで切土のり面は、急傾斜であり倒木の危険があること、養分が少なく強固な基盤であることから十分な根の発達が期待できないこと、植穴から雨水が侵

入し、のり面崩落が危惧されることなどの理由から、積極的な植栽は行われず、自然遷移による植生復元に委ねられてきた。

圏央道の八王子ジャンクション前後の切土のり面は、早期に自然環境を復元させるため、また、周辺景観と調和させるために前述の課題を解決すべく編柵などで生育基盤を確保したうえで、植栽を実施した（写真—6、7）。

また、新東名の御殿場ジャンクションから浜松いなさジャンクション間においては、自然環境が豊かな地域を通過する箇所において、地域性苗木を「ユニット苗」に育成したものを使用して植栽を行った（写真—8）。

ユニット苗とは、培養土を小さな座布団状の袋に充填し栽培したもので、袋の底面に透水性シートを用いているため根が伸長したり水分が供給できるものである。そのため、植穴を掘削することなく基盤の上に設置するだけで植栽できるものである。この技術開発により、これまで植栽が困難だった箇所への植樹が可能となり、早期の自然環境復元に大きく寄与することとなった（写真—9）。



写真—8 ユニット苗



写真—9 切土のり面への植栽状況

(5) 野生動物対策

道路建設により地域が分断され、野生動物の移動経路が失われるなどした場合、野生動物が高速道路内に侵入し、車両と衝突する事故が時折発生してきた。大型の野生動物と衝突した場合、運転手や乗員の生命に

も危険を及ぼす事故となり得ることから、移動経路としての「けもの道」の整備や侵入防止柵の設置などを行っている。

圏央道の八王子ジャンクション付近では、高速道路下のボックスカルバートや排水路を活用し、歩行者用の通路と兼ねたもの、管理用道路と兼ねたもの、動物専用のものを整備した。その後の調査では、タヌキやアナグマなど、様々な動物が利用している状況が確認されている。

6. おわりに

高速道路における自然環境の復元は、50年以上前の建設初期の時代から始まっていた。これまでの高速道路は、周辺環境と調和し、環境を保全・復元し、また、新たな環境を創造する取り組みを実施してきた。これからは、それらを良好な状態で維持し、更に向上させるべく努めるとともに、次世代へ引き継いで行くことが必要と考えている。

J C M A

《参考文献》

- 1) 「設計要領第一集 造園編」中日本高速道路(株) 平成26年7月

【筆者紹介】

伊藤 賢一（いとう けんいち）
中日本高速道路(株)
技術管理部 技術基準チーム、環境・技術企画部 技術企画チーム
サブリーダー



都市鳥類の生息モデルに基づいた緑地計画技術

北 野 雅 人・深 谷 肇 一

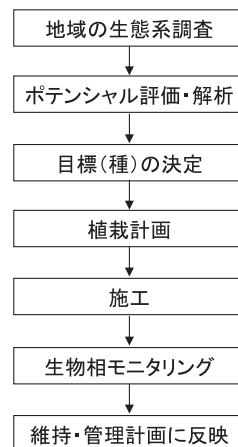
都市の生物多様性が注目されているなか、都市では鳥類を対象にして事業所等を緑地化することが多い。鳥類に配慮した緑地計画に活用することを目的として、筆者らは東京都市部の現地調査データを基に、発見確率を考慮した階層モデルを適用し、都市に生息する各鳥種の生息に影響を与える環境要因の定量評価を行った。解析結果は、計画地の環境特性に応じた目標（種）の設定等に活用でき、科学的根拠に基づく政策決定や都市計画、緑地設計が可能となる。

キーワード：都市、生物多様性、鳥類、定量評価、階層モデリング、緑地計画への適用

1. はじめに

近年、都市の生物多様性に注目が集まりつつある。COP10以降、都市における生物多様性の保全に関する指針策定等が行われ、また国内でも生物多様性基本法が施行される等行政上のルール作りが進んできている。また、都市の生物多様性を高める意義に関する研究も進んでおり、身近に生きものとふれ合う機会を創出することが都市に住む人々の生活や教育の質に良い影響を与えることは多くの研究で報告されている^{1)~3)}。一般に生物多様性の保全を進める現実的な手段としては、生態系全般を考慮するよりも、指標となる種等を選定してその指標に応じた保全を進める方が低コストだったり、世間の関心や環境保全に対する投資の分かり易さの面で適しているとされている^{4), 5)}。建設業においても図—1のように、計画地に応じた目標（種）を定めるフローで緑地計画を行うことが理想的である。

都市の生物多様性の指標となる生物は、都市生態系の上位種であることや生息地の変化に対する脆弱性、観察の容易さ等の理由から、鳥類が対象になることが多く^{1), 5), 6)}、それら呼び込むために都市で行える取組みとしては、生物のために事業所等の敷地内を緑地化することが一般的である⁷⁾。都市の緑地内に生息する鳥類の種数や個体数に影響を与える環境要因については、国内外で数多くの研究が行われてきており、重要な環境要因については明らかにされている⁸⁾。ただし事業所等内の緑地を計画する視点で行われた研究は少なく、残された課題もある。



図—1 生物多様性に配慮した緑地計画のフロー

2. 都市における鳥類と緑地に関する技術的課題

都市部で鳥類に配慮した緑地計画・管理を行う場合、以下の課題が挙げられる。

(1) 小規模緑地を対象にした研究の少なさ

都市部では規模が大きい緑地が研究されることが多く、小規模緑地に注目が集まってきたのは比較的最近のことである⁹⁾。日本の都市では、大きな面積の緑地を造ることは現実的ではなく¹⁰⁾ 小さな緑地をどう増やしていくかが課題であることから、小規模の緑地での研究が重要になる。

(2) 定量性の課題

先行研究では、鳥類の種組成や種数に影響を及ぼす

要因の定性的な評価（例えば餌資源を多くする、面積を大きくする等）が多いが、一つの環境要因がどの程度それらに影響を及ぼすのか、定量的な知見も重要である¹¹⁾。これらの定量的な評価は、政策決定者や都市計画者、緑地設計者等とのコミュニケーションを促進させることから重要と考えられている^{12), 13)}。

(3) 目標設定に関する課題

先行研究では、鳥類の種数や種の多様度に着目した研究が多い。その環境にどれだけの種が生息できるかという情報は確かに生態系の質を表す指標となるが、種数は種組成の違いを考慮できず、多様度の測定基準では調査地間の比較は行いにくい¹⁴⁾。また、都市は極めて特殊な環境でありそもそも都市化が有利に働く種もあり、必ずしも種数で自然度を表すことができない等といった問題点もある¹⁵⁾。都市の生物多様性の保全は比較的最近注目されている分野であり、都市の特殊な環境も重なり、都市鳥類の何を目標に保全を進めていくべきか、どのようなシチュエーションにも当てはまる明確な答えは現状では無い。それ故に、計画地の環境特性やステークホルダーとのコミュニケーションを通じて、計画地に応じた目標設定を柔軟に行うことが必要である。柔軟な目標設定を可能にするためには、各鳥種それぞれの生息モデルの作成が必要であり、それによって目標となる種または個体群の環境選好性を満たす緑地造り・緑地管理が実現できる¹⁶⁾。

(4) 発見確率に関する課題

規模が小さい緑地が多くを占める都市ならではの問題として、緑地を利用する鳥類が、たまたま調査を実施した時間に緑地から離れていて見つからないことがありえる。このような「偽の不在」データの存在をないものと考えた解析は、鳥類の分布と環境選好性の関係を誤って判断してしまうことに繋がる。調査努力量を増やすことは発見確率を高める解決策に成り得るが、多大なコストがかかってしまうことから汎用的な解決策とはいえない。

3. 調査・解析

以上の問題点を解決するために、事業所等の緑地計画のメインとなる小～中規模の都市緑地を対象に鳥類相の現地調査を行い、多種占有モデル (Multi-species occupancy model) を用いた統計解析を行った。この統計モデルは、データに含まれる「偽の不在」を適切に処理し、限られた分布調査データから様々な種の環

境選好性を同時に定量評価することができる^{17), 18)}。

(1) 調査地の環境特性

鳥類の生息に影響を与える要因は大きく分けてサイトレベルの要因（調査地自体の環境）とランドスケープレベルの要因（周辺の環境特性）に分けられる。先行研究では、サイトレベルでは緑地面積、植生構造、植生密度等が鳥類の種数や多様度に与える影響が大きいとされている。ランドスケープレベルでは、緑被率、人工物率、大規模緑地までの距離等の影響が大きいとされている。農耕地率が影響しているとする文献もあるが、都市中心部に農耕地はほとんど無いことから本研究では考慮しなかった。以上から、東京都市部において小～中程度の規模で企業や役所が所有する緑地（屋上緑地を含む）や都市公園を24箇所選定し、各調査地にて毎木調査によるサイトレベルの環境変数の抽出や、衛星画像 (WorldView-2) を基に正規化差植生指数 (NDVI) の算出による緑被率等ランドスケープレベルの環境変数をそれぞれ抽出した。なお、多重共線性の影響を受けないよう環境変数の分散拡大要因 (VIF) が10を超えないことを確認した¹⁹⁾。

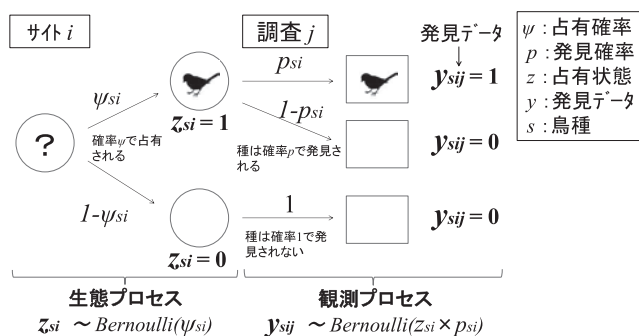
(2) 鳥類調査

調査地内で目視によるセンサスを行い、確認された鳥種や数等を記録した。2012～2014年の2～3月（越冬期）、5～6月（繁殖期）、11月（結実期）の3シーズンに調査を実施した。各シーズン1時間の調査をそれぞれ2回ずつ、年間計6回行った。

(3) 解析

個々の種の生息条件を独立に評価しようと思えばそれぞれの種に関する多くの調査データが必要となり、網羅的な分布調査を行うためには多くのコストがかかる。また、緑地が実際にある鳥類に利用されていたとしても、たまたま調査を実施した時間に鳥類が調査地から離れていて観察されない「偽の不在」データの存在も、鳥類相の過小評価に繋がる。本稿では、生息地の占有確率（在・不在）だけでなく調査地における種の発見確率を考慮した階層モデルである多種占有モデルを用いて、様々な種の環境選好性の定量的な評価を行った。

モデルの概念図を図-2に示した。鳥類の発見データは、調査地の占有状況の決定則を表す生態プロセスと、占有状況に依存した観測プロセスを表す2つのベルヌーイ分布によって表される。サイト*i*が種*s*によって利用されていることを「種*s*によるサイト*i*の



図—2 モデルの概念図

占有」と定義し、これを $z_{si} = 1$ と表す。このサイトを種 s が利用していなければ、 $z_{si} = 0$ である。 z はサイトの占有状態を表す確率変数であり、以下で説明する発見誤差のために完全には観測されない状態変数である。占有確率は $z_{si} = 1$ となる確率であり、これを ψ_{si} と表す。

観察される発見データの分布は、状態変数の値に依存して以下のようにモデル化される。サイトが占有されている ($z_{si} = 1$) の場合には、1回の調査あたり p_{si} の確率で種 s が観察される。一方で、種 s がサイト i を占有していても、確率 $1-p_{si}$ で観察されないものとする。この仮定により、先に説明した「偽の不在」データを考慮して鳥類相の過小評価を修正した推定が行われる。一方、種 s がサイト i を占有していない場合には、調査によってこの種が発見されることはないとは仮定される。

種や環境による占有確率と発見確率の変動は以下のような線形モデルによりモデル化される。

$$\text{logit } \psi_{si} = a_{0s} + a_{1s} * (\text{環境1})_i + a_{2s} * (\text{環境2})_i + \dots \quad \text{式 1}$$

$$\text{logit } p_{si} = b_{0s} + b_{1s} * (\text{環境1})_i + b_{2s} * (\text{環境2})_i + \dots \quad \text{式 2}$$

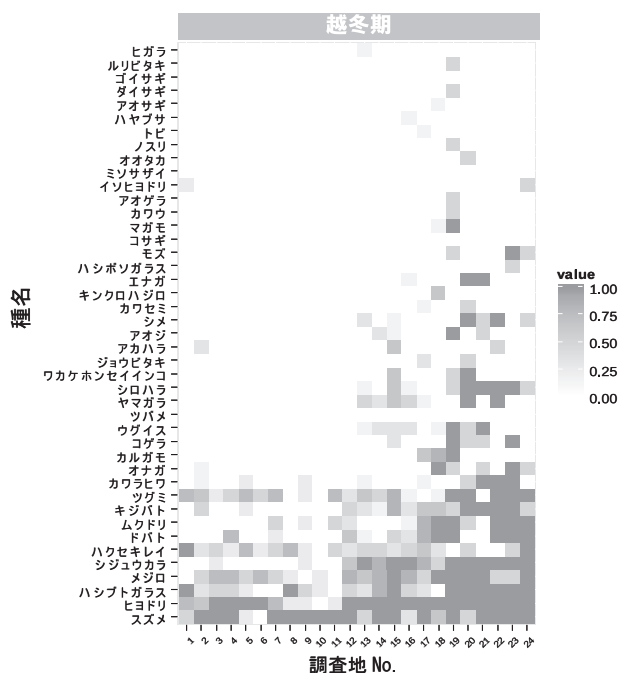
環境と鳥類相の関係性はこの回帰式の係数を統計的に推定することによって明らかとなる。モデルは階層ベイズモデルとして定式化し、パラメータの事後分布をマルコフ連鎖モンテカルロ法 (MCMC) を用いて

推定した。各鳥種の占有確率には、サイトレベルとランドスケープレベルの環境変数が共に影響を与えると考えられる。一方発見確率は、そもそも規模が限定されている都市緑地では人為的な見落としよりも調査時に鳥類が緑地から離れていることによる「偽の不在」要因の方がはるかに大きいと考えられることから、発見確率にはランドスケープレベルの環境変数のみ考慮することにした。

4. 結果

調査地の環境特性の一例を表—1に示した。周辺の緑被率はどの調査地も総じて低く、調査地が含まれる地域は都市中心部であるため人為的影響が極めて強い空間であった。

次に、各調査地における各鳥種と発見回数のヒートマップを図—3に示した（越冬期のみ例示）。3年間



図—3 越冬期における鳥種と発見回数のヒートマップ

表—1 各調査地における環境変数の一例

No	所在地	用途	サイトレベル						ランドスケープレベル	
			緑化 階	敷地面 積(ha)	中高木層 面積(m ²)	中高木層 植被率	低木層 面積(m ²)	低木層 植被率	半径500m 緑被率	大規模緑地 までの距離 (m)
1	千代田区	オフィスビル	11	0.21	94	0.05	703	0.34	0.34	201
2	中央区	病院	6	0.23	809	0.36	1,164	0.51	0.10	1,221
3	中央区	オフィスビル	10	0.16	1,422	0.91	862	0.55	0.02	1,116
4	中央区	オフィスビル	1	0.30	4,656	1.55	1,614	0.54	0.13	290
5	渋谷区	マンション	1	0.62	12,115	1.95	1,830	0.29	0.18	363
6	港区	公園	1	0.15	1,884	1.26	406	0.27	0.20	1,600
7	江東区	公園	1	0.26	2,377	0.92	621	0.24	0.15	189
8	江東区	公園	1	0.39	3,395	0.86	1,255	0.32	0.12	1,362
9	江東区	商業施設	9	0.17	583	0.34				

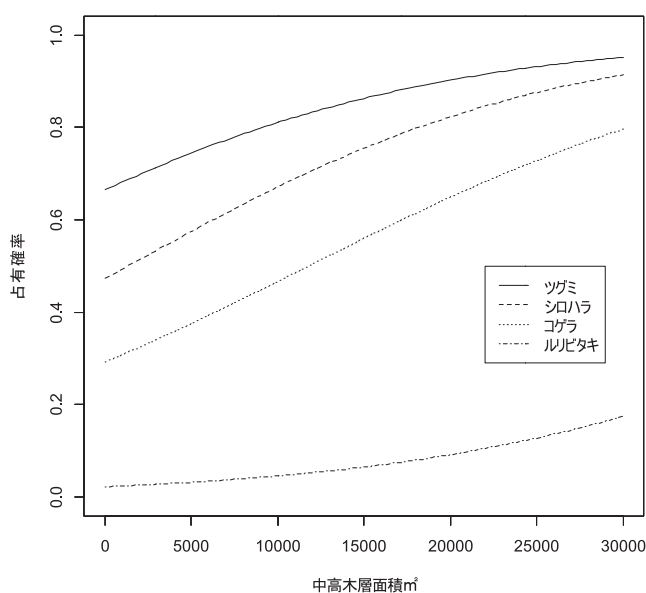
で43種の鳥類の利用が確認された。スズメやドバト等の市街地を主な生息場所とする都市性鳥類が調査地の鳥類相の多くを占める一方で、特に越冬期を中心に、都市部では大規模な緑地以外では見られなことが少ない冬鳥（東京都市部）のヒガラ・アオジ・アオゲラ等の小鳥類や、少数ではあるがオオタカ・ハヤブサ等の猛禽類も確認された。

表一2には、各鳥種の占有確率・発見確率と環境変数との間のパラメータ推定値を例示した（係数の90%信用区間が0を含まないものを太字で示している）。多くの種の生息にプラスに影響を与えている環境変数は、サイトレベルの中高木層面積とランドスケープレベルの緑被率であり、これは多くの文献と一致している。またサイトレベルの低木層面積も多くの種に+に影響していた。カワラヒワやシメ、シロハラ、ツグミ、ルリビタキ等は地表を主な採餌場所として利用することから、隠れ場所として低木を利用していることが考えられる。この点は先行研究²⁰⁾でも指摘されており、階層構造の重要性が本稿でも示唆された。一方同じ地表採餌タイプでも、キジバトやドバト、ムクドリは逆に低木植被率が低い方を好む結果になったが、これらの種は隠れ場所として低木ではなく中高木を利用することが多く、むしろ低木が無くすっきりした林床を好むためだと考えられる。大規模緑地までの距離は今回の解析では鳥類の生息に影響を与えていなかった。本調査場所は大規模緑地から離れている調査地が多く（表一1）、行動圏の範囲に収まっていなかったことが大規模緑地の影響を受けていなかった理由であろう。発見確率については、半径500m内の緑被

率が+に影響している種が多かった。小規模な緑地が大半の都市部においては、緑地間を幅広く利用しながら採餌等を行っており、緑地が周辺に多いほど周辺に滞在する時間や頻度が増え、調査地が利用される頻度が低下したことが理由として考えられる。

5. 緑地計画への活用

本研究の解析結果の緑地計画への活用方法に関して紹介したい。例えば都市のようにまとまった緑地面積を確保できない場所でも、許容できる緑地規模から誘致可能な種を目標種として適切に設定できる（図一4）。また緑地計画において設計者が必要とする条件



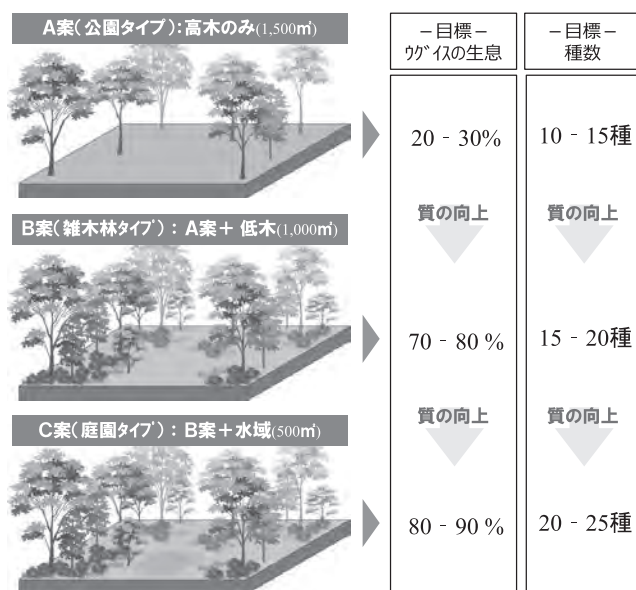
図一4 各鳥種の占有確率と中高木層面積

表一2 各鳥種の占有確率・発見確率と環境変数との関係

種名	占有確率						発見確率	
	サイトレベル				ランドスケープレベル		ランドスケープレベル	
	中高木層面積	中高木層植被率	低木層面積	低木層植被率	半径500m緑被率	大規模緑地までの距離	半径500m緑被率	大規模緑地までの距離
1 アオゲラ	1.55	0.02	1.37	-0.30	0.80	0.24	-0.11	-0.22
2 アオジ	0.91	0.48	1.24	-0.14	0.87	0.06	-0.21	-0.40
3 アカハラ	0.95	0.93	1.18	-0.22	1.18	0.25	0.11	-0.53
4 イソヒヨドリ	1.66	-0.93	1.26	-0.79	0.67	-0.01	-0.64	-0.29
5 ウグイス	0.35	1.22	0.92	0.32	0.95	0.17	0.44	-0.27
6 エナガ	1.07	0.23	1.22	-0.39	1.06	0.28	0.07	-0.80
7 オオタカ	1.27	0.24	1.24	-0.48	0.95	0.08	-0.07	-0.54
8 オナガ	2.03	-1.55	1.23	-0.17	0.55	0.30	-0.58	0.19
9 カワラヒワ	1.75	-0.68	1.19	-0.46	0.74	0.00	-0.21	-0.52
10 キジバト	1.37	-0.74	0.91	-1.13	0.47	-0.16	-0.64	-0.25
11 コゲラ	1.52	0.60	1.23	-0.67	0.89	-0.06	0.01	-0.42
12 シジュウカラ	0.91	0.50	1.01	-0.19	0.90	0.26	0.38	-0.37
13 シメ	1.43	0.28	1.56	-0.07	1.15	0.36	0.25	-0.61
14 ジョウビタキ	0.60	-0.20	0.40	-1.03	0.78	-0.18	-0.61	-0.42
15 シロハラ	1.67	0.28	1.43	-0.41	1.04			-0.83
	1.29	-0.30	0.99					

は、何の樹木をどの程度植栽するか（植栽密度）であり、それによって得られる景観タイプが決定される。多くの鳥種の生息条件として必要な高木・低木の面積や密度が定量的に評価されたことで、設計者が意図する景観タイプを実現した場合の最適な目標（種）の選定やその誘致可能性を定量的に提示できるようになる（図—5）。

生息有無を判別する閾値を設定し、計画地の環境を踏まえて閾値を超える種を累積することで、応用的に生息種数の推定も評価でき、それを用いて緑地造りの成果の可視化ツールとしても活用できると考えている。目標を種数に設定した場合、計画地を大規模的に緑地化した場合にどれくらいの生息種数の増加に寄与できるのか、可視的に表現することで（図—6）、成果が分かりづらい生物多様性の保全への取組みのモチベーションとなることも期待できる。



図—5 緑地景観タイプと目標に対する定量評価

6. おわりに

冒頭でも記述したが、都市部では何を目標に緑地計画を行うべきか、どのようなシチュエーションにも当てはまる明確な答えは現状では無い。都市鳥類の目標設定における一事例として、建設時の近隣住民との意見交換時に、昔は計画地にウグイスが生息していたという情報があり、また建設前の生態系調査でもウグイスの計画地付近での越冬例があったことから、目標種をウグイスと設定した事例があった。このように計画地の環境特性やステークホルダーとのコミュニケーションを通じて取組みの目標に関して合意形成し、計画地に応じた目標を柔軟に設定することが望ましい。本稿で紹介した解析の利点は、これまで成されていなかった都市鳥のさまざまな種の生息条件を定量的に評価できたことである。それによって計画地に応じた目標（種）の環境選好性を具体的な数値で示すことで、政策決定者や都市計画者、緑地設計者等とのコミュニケーションを促進させることができるだろう。

謝 辞

本技術の研究を進めるにあたり、ご指導をいただいた二河成男教授（放送大学）、加藤和弘教授（放送大学）、調査を了承していただいた関係者各位に深く感謝の意を表し、御礼申し上げます。

J C M A

参考文献

- 1) Savard, J. P. L., Clergeau, P., & Mennechez, G. 2000. Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning*, 48 (3-4), 131-142.
- 2) Miller, J. R., & Hobbs, R. J. Conservation where people live and work. 2002. *Conservation Biology*, 16 (2), 330-337.
- 3) Fuller, R. A., Irvine, K. N., Devine-Wright, P., Warren, P. H., & Gaston, K. J. 2007. Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. *Biology Letters*, 3 (4), 390-394.



図—6 計画地の緑化前後の鳥類種数ポテンシャルマップ

- 4) White, P. C. L., Gregory, K. W., Lindley P. J., & Richards, G. 1997. Economic values of threatened mammals in Britain: A case study of the otter *Lutra lutra* and the water vole *Arvicola terrestris*. *Biological Conservation* 82, 345-354.
- 5) Simberloff, 1998. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passe in the landscape era. *Biological Conservation* 83: 247-257.
- 6) Sandstorm, U. G., Angelstam, P., & Mikusiński, G. 2006. Ecological diversity of birds in relation to the structure of urban green space. *Landscape and Urban Planning*, 77 (1-2), 39-53.
- 7) 原口真. 2010. 事業所の土地利用を通じてエコロジカルネットワークを意識しはじめた企業の生物多様性保全の取り組み. *日緑工誌*, 36(2), 295-298.
- 8) Chace, J. F., & Walsh, J. J. 2006. Urban effects on native avifauna: A review. *Landscape and Urban Planning*, 74 (1), 46-69.
- 9) Carbó-Ramírez, P. and Zuria, I. 2011. The value of small urban greenspaces for birds in a Mexican city. *Landscape and Urban Planning*, 100, 213-222.
- 10) 加藤和弘. 1996. 生態学の視点で見た都市・農村計画—特に「生態学的回廊」について—. *環境研究*, 98, 125-132.
- 11) Kim, K. C., & Byrne, L. B. 2006. Biodiversity loss and the taxonomic bottleneck: emerging biodiversity science. *Ecological Research*, 21, 794-810.
- 12) McDonnell, M. J., Hahs, A. K. 2008. The use of gradient analysis studies in advancing our understanding of the ecology of urbanizing landscapes: current status and future directions. *Landscape Ecology*, 23, 1143-1155.
- 13) Stagoll, K., Manning, A. D., Knight, E., Fischer, J., & Lindenmayer, D. B. 2010. Using bird-habitat relationships to inform urban planning. *Landscape and Urban Planning*, 98, 13-25.
- 14) Fontana, S., Sattler, T., Bontadina, F. and Moretti, M. 2011. How to manage the urban green to improve bird diversity and community structure. *Landscape and Urban planning*, 101, 278-285.
- 15) Jokimäki, J., & Suhonen, J. 1993. Effects of urbanization on the breeding bird species richness in Finland: a biogeographic comparison. *Ornis Fennica*, 70, 71-77.
- 16) Fernández-Juricic, E. 2000. Avifaunal use of wooded streets in an urban landscape. *Conservation Biology*, 14 (2), 513-521.
- 17) Dorazio, R. M., & Royle, J. A. 2005. Estimating Size and Composition of Biological Communities by Modeling the Occurrence of Species. *Journal of the American Statistical Association*, 100 (470), 389-398.
- 18) Kéry M., Royle, J. A., Plattner, M., & Dorazio, R. M. 2009. Species richness and occupancy estimation in communities subject to temporary emigration. *Ecology*, 90 (5), 1279-1290.
- 19) Quinn, G. P. & Keough, M. J. 2002. Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge University Press, 537.
- 20) 森本豪・加藤和弘. 2005. 緑道による都市公園の連結が越冬期の鳥類分布に与える影響. *ランドスケープ研究*, 68 (5), 589-592.

[筆者紹介]

北野 雅人 (きたの まさと)
 ㈱竹中工務店
 技術研究所 エコエンジニアリング部門
 緑化生態環境グループ
 研究員



深谷 肇一 (ふかや けいいち)
 統計数理研究所
 統計思考院
 特任助教





急速充電対応型電池推進船の開発 らいちょう

清水悦郎

本稿では、環境負荷低減、地球温暖化防止を目的に開発した、基本的には搭載した電池に蓄えられたエネルギーによって航行する電池推進船の開発動向、特に電気自動車に対する急速充電方式である CHAdeMO 方式に対応した、電気自動車と同じ急速充電器を用いて充電できる電池推進船を紹介する。これまでに開発してきたプロペラで推進する電池推進船、ウォータージェットで推進する電池推進船のほか、電池のエネルギー密度は液体燃料と比較して非常に小さいため航続可能距離の延長を目的にシリーズハイブリッド化した電池推進船に関して紹介する。

キーワード：電池推進船、急速充電、CHAdeMO 方式、リチウムイオン電池、ウォータージェット、シリーズハイブリッド、運航支援システム

1. はじめに

2015 年 12 月第 21 回気候変動枠組条約締約国会議 (COP21) において、1997 年第 3 回気候変動枠組条約締約国会議 (COP3) にて採択された京都議定書 (Kyoto Protocol) に変わる新たな協定、パリ協定 (Paris Agreement) が採択された。パリ協定は、途上国を含むすべての国が参加する協定で、産業革命前からの気温上昇を 2 度より十分に低く抑える目標を掲げたうえ、さらに 1.5 度以内とより厳しい水準へ努力するとしている¹⁾。陸上のことばかりに目が行きがちであるが、排出ガスの排出量増加にともない海水温の上昇ならびに海の酸性化、水質の悪化も急速に進んでおり、排出ガスの排出量削減ならびに地球環境保護対策は地球規模において喫緊の課題である。

排出ガス排出量削減のためには、エネルギーを使用すること自体を少なくする、エネルギーを使うとしてもより効率よく使用する、さらには排出ガスを排出しないエネルギーすなわち再生可能エネルギーを利用する等の対策が必要である。再生可能エネルギーとは、「エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律」によって「太陽光、風力その他非化石エネルギー源のうち、エネルギー源として永続的に利用することができるものと認められるものとして政令で定めるものをいう」と定義されており、同法律施行令によって、①太陽光、②風力、③水力、④地熱、⑤太陽熱、

⑥大気中の熱その他の自然界に存する熱（前二号掲げるものを除く）、⑦バイオマスと規定されている²⁾。再生可能エネルギーの利用という観点から考えると、

①熱量をそのまま用いる熱エネルギー

②発電機を組み合わせた電気エネルギー

としての利用を考えている場合がほとんどであり、自動車や船舶等の移動体での利用に絞ると電池等にエネルギーを蓄えさせることが可能な電気エネルギーとして使用することとなる。

本稿では、上記で述べたような社会情勢に対応する手法の一つとして、電池に蓄えられたエネルギーによって航行する電池推進船、特に著者らが開発を行っている電気自動車に対する急速充電方式である CHAdeMO 方式に対応した、すなわち電気自動車と同じ急速充電器を用いて充電できる電池推進船を紹介する。

2. 急速充電対応型電池推進船

(1) 急速充電対応型電池推進船開発の経緯

2009 年、急速充電に対応したリチウムイオン電池を搭載した電気自動車の市販が開始された³⁾。これは、リチウムイオン電池はそれまでの蓄電池と比較して、容量が大きい、メモリー効果がない、急速充電が可能、使用温度範囲が広い等の特徴があり、この電池を利用することが出来るようになったことと、家庭用電源のほか、CHAdeMO 方式という最大 50 kW（将来的には 100 kW）の電力を供給して搭載しているリ

チウムイオン電池を急速に充電する方式に対応した充電器が実用化されたことによるものであった。電池に蓄えられるエネルギー量、すなわち蓄電容量は単純に「供給電力×時間」であるので（実際には充電ロスがあるため蓄電容量は少なくなる）、大きな電力を供給できれば充電時間を短くすることが可能であり、家庭用電源 100V10A で充電する場合と比較して 50 倍の速さで充電することが可能となった。CHAdemoMO 方式とは、電気自動車向け急速充電器の仕様で、他の規格（米コンボ、独コンボ、中国 GB/T 規格）と共に IEC で国際規格に認定されている方式であり、日本国内だけでなく世界中で一万台以上、CHAdemoMO 方式の急速充電器が設置されている⁴⁾。

電気自動車の市販化を受け東京海洋大学にて開発を開始したのが急速充電対応型電池推進船である。自動車に対しては厳しい排出ガス規制の下、環境負荷低減技術の開発が活発に進められていたが、船舶の世界では大型船に対しては国際海事機関（International Maritime Organization, IMO）を中心に排出ガス規制が検討・実施されてはいるが、小型船舶に対しての世界的な規制は検討・実施されておらず個別の湖沼等で規制が実施されている状況である。小型船舶の中には排出ガスを水中に排出しているものもあるため、水中環境保護の観点から低環境負荷となる船舶の開発は急務である。そこで、船舶と比較して市場規模が格段に大きく、かつ、開発スピードが速い電気自動車と同じ蓄電池や充電システムを利用することによって、コスト削減、開発期間短縮ならびに充電時間短縮を実現しつつ環境負荷低減を実現する船舶を目指して、急速充電対応型電池推進船の開発を開始した。

（2）急速充電対応型電池推進船の特徴

電池推進船とは、電池に蓄えられた電力によって電動機を駆動し、電動機の発生した動力によって推進機を駆動し航行する船舶である。大型客船や砕氷船等を代表に電気推進船も多数導入されているが、一般の電気推進船は推進用には電池を搭載しておらずディーゼル発電機を搭載し船内で発電して電動機を駆動する方式となっている。よって一般の電気推進船と区別するために、電池に蓄えられた電力によって航行する船舶に対して電池推進船という名称を使用している。なお通常の船舶では、ガソリンや軽油を燃料として内燃機関を駆動し動力を得ており、この内燃機関が発生する動力によって航行する船舶と比較した場合の電池推進船の利点を挙げると以下の通りである。

①航行時に排出ガスを排出しない

- ②騒音や振動が小さい
- ③制御性が良い
- ④暖機運転やアイドリング運転が不要
- ⑤メンテナンスが容易

一番の利点は、開発目的の通りであるが、航行時に排出ガスを排出しないということである。このことは環境保護という観点からだけでなく、人間にとっても排出ガスの臭いから解放されることになり船内の快適性向上につながる。もちろん電池に蓄えるための電気を発電させる際に排出ガスを排出してしまう場合があるが、発電する場所が決まっていれば対策は比較的容易であり、さらに再生可能エネルギーによる発電を利用できれば排出ガスゼロが実現可能である。また、爆発という燃焼行程が避けられない往復動機関である内燃機関に対して、基本的には磁石とコイルからなり電磁気学的に動作する電動機の発生する騒音や振動は格段に小さく、電動機は正転・逆転の切り替えも容易で制御性が良い。構成する素材に対する熱の問題や停止状態から動力が得られるようになるまでの応答時間が長いという問題を抱える内燃機関では暖機運転やアイドリング運転が欠かせないが電動機では不要である。内燃機関を適切に運用するためには燃料油以外に潤滑油も必要であり、燃料油補給以外に潤滑油も定期的に交換する必要があるが、この点に関しても電動機は考慮する必要がなくメンテナンスが容易である。

一方、電池推進船にも欠点がある。電池としては大容量であるリチウムイオン電池でも、ガソリンや軽油と比較して 50 分の 1 程度の体積エネルギー密度しかないというエネルギー貯蔵量の少なさである。これは内燃機関の効率を 40% 程度としても 20 分の 1 のエネルギー貯蔵量である。自動車の場合、加速時や上り坂走行時には多くのエネルギーを必要とするが、一定速度での巡行時にはそれほど多くのエネルギーを必要とせず、減速時や下り坂走行時はエネルギーを消費せず、逆に電池を充電しながら走行することが可能である。このため電気自動車では搭載している蓄電池容量とモータ出力に対して航続可能距離が長い表記となっている。これに対して、船舶の場合は船体の周りが水で覆われており常に抵抗を受けている状況、すなわち自動車の上り坂走行時と同じような状況であるため、航行するためには常に多くのエネルギーを必要とし航続可能距離は短くなってしまう。ただし、船速と供給するエネルギーとの間には三乗に比例するという関係があるため、船速を半分にすると必要となるエネルギーは八分の一で済み、結果的に航続可能距離を伸ばすことが可能である。つまり、限界はあるが限られた

エネルギー量であったとしても、エネルギーを適切に利用すると、時間はかかってしまうが電池推進船を目的地に到達させるというような運航が可能となる。このほか、蓄電池容量が増えると充電にも時間がかかってしまう、価格が下がってきたとはいえ高価な電池が相当数必要という問題点もある。

3. 運航中の急速充電対応型電池推進船

(1) 急速充電対応型電池推進船 らいちょう I

“らいちょう I” は 2010 年に国立大学法人東京海洋大学（以下 海洋大）が開発した電池推進船（写真—1）であり主要目は以下の通りである。

全長：10 m

全幅：2.3 m

全深さ：1.2 m

電動機定格出力：45 kW（瞬間最大出力 80 kW）

連続定格トルク：88 Nm（瞬間最大トルク 200 Nm）

インバータ動作保証電圧：DC 230 V – DC 430 V
（定格 350 V）

蓄電池：リチウムイオン電池 26 kWh

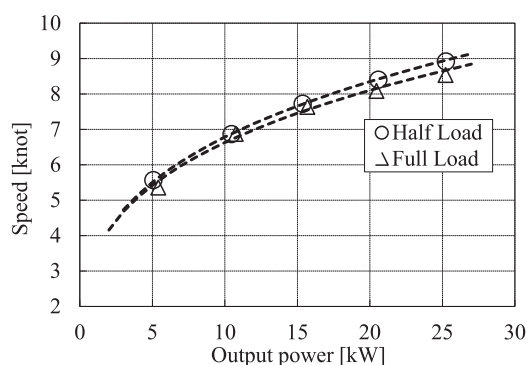
電池推進システムは電動機、インバータおよび蓄電池からなるシステムであり、電動機の出力軸に Z ドライブ機構が接続している。搭載している蓄電池容量から明らかであるが、50 kW を供給できる CHAdeMO 方式に対応した急速充電器を用いることによって約 30 分で満充電となる。

電池推進船の動特性の一例として、航海実験により求めた“らいちょう I”の満載および半載状態における電動機出力と船速の関係を図—1 に示す^{5, 6)}。電動機出力 5 kW の場合に約 5.5 knots（約 10.2 km/h）出ているにも関わらず、電動機出力 25 kW の場合でも 9 knots（約 16.7 km/h）弱しか出ていない。これを航続可能距離で考えると電動機出力 5 kW の場合に約 27.5 mile（約 50.9 km, 約 5 時間）航行可能であるが、電動機出力 25 kW の場合は約 9 mile（約 16.7 km, 約 1 時間）しか航行することができない。このように電動機出力を抑えることによって航続可能距離を伸ばすことが出来るので、風や潮流等の外乱の影響を考慮した上で、設定した目的地まで到達できる最高出力（速度）に制御する等の機能を実装する運航支援システムの開発を行っている^{5, 6)}。

このほか、近年はマルチコプター型の小型無人飛行体や自動運転自動車の研究開発が盛んであるが、“らいちょう I”にアンテナ高度が十分であれば 10 km 程度まで通信可能な長距離 Wi-Fi 通信システムを搭載



写真—1 電池推進船 らいちょう I



図—1 らいちょう I の電動機出力と船速の関係

し、遠隔操船にて無人航行を行うための技術に関する研究も実施している。

(2) ウォータージェット推進電池推進船 らいちょう S

“らいちょう S” は 2011 年に海洋大が開発した電池推進船（写真—2）であり主要目は以下の通りである。電動機、搭載蓄電池容量は“らいちょう I”と同様である。

全長：8 m

全幅：2.2 m

全深さ：0.8 m



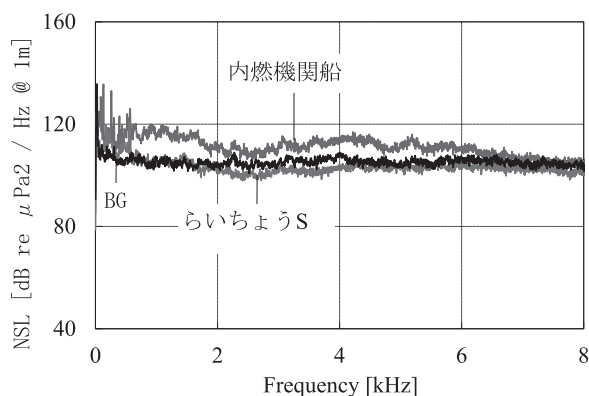
写真—2 電池推進船 らいちょう S

“らいちょう S” の最大の特徴は，“らいちょう I” の Z ドライブ機構による推進とは異なり，吸い込んだ水を高圧で噴出すことによって推進力を得るウォータージェット推進を採用していることである。ウォータージェット推進機は船底にスクリューのような突起物や回転体が存在しないため，水中にダイバーがいるような水域や水面にロープや障害物が浮いているような水域，水深が浅い水域においても航行が可能である。水中からリモコンで操船することも可能である(写真—3)。



写真—3 らいちょう S の水中からの操船の様子

“らいちょう S” は輸送トラックを用いて比較的簡単に輸送できるため，北海道寿都漁港や神奈川県横浜市，長崎県対馬豆酘漁港，沖縄県石垣島等，寒冷な地域や温暖な地域にて運航試験を行い，電池推進船の運航に支障がないことを確認した。さらに船舶が発生する水中音に関しても検証を行い(図—2)，“らいちょう S” の発生する水中音は 1 kHz 以下の部分以外はほぼ背景音と同じレベルであり，1 kHz 以下の部分に関しても通常の内燃機関船と比較すると水中音が小さいことを確認した⁷⁾。



図—2 らいちょう S と内燃機関船が発生させる水中音のパワースペクトラム

(3) シリーズハイブリッド電池推進船 らいちょう N

“らいちょう N” は 2014 年に海洋大が開発した電池推進船(写真—4)であり主要目は以下の通りである。

全長：14 m

全幅：3.5 m

全深さ：2.0 m

電動機定格出力：45 kW (瞬時最大出力 80 kW) × 2
連続定格トルク：88 Nm

(瞬時最大トルク 200 Nm) × 2

インバータ動作保証電圧：DC 230 V – DC 430 V
(定格 350 V)

蓄電池：リチウムイオン電池 145 kWh



写真—4 電池推進船 らいちょう N

“らいちょう N” は，これまでに建造した“らいちょう I”，“らいちょう S” を使用しての研究成果を元に，無人・省人化した定期運航する水上バスをイメージした次世代水上交通システムの研究開発基盤として導入した大型化した電池推進船である。無人・省人化に関する研究を行うために操舵系を含め，操船に必要な機器は全てコンピュータ制御が可能であり，監視カメラも複数台搭載している。これらの機器は船内に Wi-Fi や携帯電話などの通信機器を搭載すれば陸上に設置している先端ナビゲートシステムと接続でき，先端ナビゲートシステムからの指示に従って航行することが可能な設計となっている(写真—5)⁸⁾。電池推進システムに関しては大型化に対応するため 2 組，すなわち“らいちょう I” と同様の電動機，インバータを左右両舷に搭載し，推進機をアウトドライブ方式とした 2 機 2 軸システムとなっている。蓄電池容量に関しては両舷あわせて 145 kWh に増量しており，電池だけでも船速 6 knots (11.1 km/h) 程度であれば，5 時間以上，55 km 程度航行可能である。しかしながら，これでも航続可能距離は既存の内燃機関船と比較して十分とは



写真—5 電池推進船用先端ナビゲートシステム

いえないためシリーズハイブリッド化している。すなわちレンジエクステンダーとして連続定格 34 kW で発電できるディーゼル発電機および 100 L の燃料油タンクを搭載し、航行中にも電池を充電できるようにしている。この結果、海洋大から横浜まで片道約 35 km（羽田空港沖を経由する必要があるため距離が長くなってしまふ）があるが、単独 5 時間程度で往復ができるようになった。現在はディーゼル発電機を搭載しているが、将来的には燃料電池システム等も追加搭載できるように、また、充電用ケーブルを接続すれば他の電池推進船に対しても給電できるようにシステムを設計している。

（4）電池推進グラスボート ちゅらら

“ちゅらら”は 2014 年に竣工した沖縄県石垣市の川平マリンサービスが保有し、川平湾にて運航する電池推進船（写真—6）である。川平湾は石垣島を代表する風光明媚な観光地の一つであり、石垣市は電池推進船を建造するための補助金を用意するなど、この環境を保護するための活動を積極的に行っている。

電池推進システムは“らいちょう N”の片舷分と同様であるが発電機は搭載しておらず、客室部分の船底



写真—6 電池推進グラスボート ちゅらら

にガラス張りの部分を設け水中観察を出来るようにした石垣島の川平湾の観光船（グラスボート）である。営業運航されているため運航時間が合えば乗船することが可能である。“ちゅらら”の船長によると、排出ガスの臭いがせず、エンジン音も静かで快適な上、電動機はクラッチがないのでクラッチ入り切りの際に発生する音もなく水中の魚等も逃げにくいとのことである。

4. おわりに

本稿では、急速充電対応型電池推進船の開発経緯と現在運航されている CHAdeMO 方式に対応した電池推進船の紹介を行った。このほかに現在運航されている電池推進船としては、充電方式が異なるが主に大阪市内河川で運航している“あまのかわ”や沖縄県石垣港で運航している“vibes one”（ハイブリッド電池推進船）、富山県富岩環水公園で運航している“fugan”などがある⁹⁾。いずれの電池推進船においても、低騒音、低振動であり、ハイブリッド電池推進船に関しても発電機を動作させずに航行すれば電池推進船と同じである。

問題点である蓄電池容量、価格に関しても電池の改良が進められ、より大容量の電池が出てきて価格も下がってきており、さらには燃料電池の開発も進められている。これらの新しい技術が電池推進船にも搭載できるようになれば航行速度や航続可能距離の上限に関しては解決できる問題である。仮に、現在の蓄電池容量のままとしても、養殖漁業における生簀の見回りや警戒船、定期観光船等、比較的短距離である場合や観光船のように多少時間がかかっても良いと乗船者の理解が得られるような場所においては、技術的には十分に電池推進船を導入できるようになっている。充電に必要な電力設備に関しても、最近のマリーナでは停泊中の船舶に対して船内用電力を供給する設備を備えるようになってきているため、充電器設置に関しても大きな工事にならないと考えられる。今後、さらに再生可能エネルギーの導入が進むと考えられ、最初に述べたように再生可能エネルギーを移動体で使用するためには、電池等にエネルギーを蓄えさせることが可能な電気エネルギーとして使用することとなる。2020 年には、オリンピック・パラリンピックが東京で開催されることもあり、環境にやさしい電池推進船は、今後、さらにニーズが高まると考えられるため継続して研究開発を進めているが、やはり理解していただける方が増えなければ導入が進まない。せっかく開発した

船舶であるので、本稿が少しでも電池推進船を体験してみたい、導入してみたい等の関心を持つきっかけとなれば幸いである。

J C M A

《参考文献》

- 1) 外務省 HP : http://www.mofa.go.jp/mofaj/ic/ch/page18_000435.html
- 2) 電子政府の総合窓口 HP : <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H21/H21SE222.html>
- 3) 三菱自動車工業株式会社 HP : <http://www.mitsubishi-motors.com/jp/>
- 4) CHAdemo 協議会 HP : <http://www.chademo.com/wp/japan/>
- 5) 清水悦郎, 西村真佐人: 電池推進船用運航支援システム, 日本マリンエンジニアリング学会誌, 第47巻1号, pp.34-37, 2012
- 6) 西村真佐人, 清水悦郎, 大出剛: 出力制限機能付電池推進船用運航支援システムの開発, 日本マリンエンジニアリング学会誌, 第48巻5号, pp.84-89, 2013

- 7) 西村真佐人, 清水悦郎, 他: 電池推進船と内燃機関船の水中音の比較, 日本マリンエンジニアリング学会誌, 第48巻4号, pp.137-142, 2013
- 8) 庄司りり: 東京海洋大学海洋工学部 船舶運航支援研究・教育設備 - 先端ナビゲートシステム, 日本マリンエンジニアリング学会誌, 第48巻6号, pp.92-96, 2013
- 9) 神原潤: 小型船の海上交通における技術課題, 2015年日本クルーズ & フェリー学会講演会, <http://www.marine.osakafu-u.ac.jp/~lab15/society/PDF/soukai/2015/part2-01.pdf>, 2015

【筆者紹介】

清水 悦郎 (しみず えつろう)
 国立大学法人 東京海洋大学
 大学院海洋科学技術研究科 海洋工学系
 准教授



橋梁架設工事の積算 ——平成 27 年度版——

■改訂内容

1. 鋼橋編
 - ・ 送出し設備における説明文章, 写真の追加
 - ・ 少数桁橋の足場工及び防護工の一部改定
 - ・ プレキャストPC床版工, 場所打ちPC床版工の一部改定
2. PC橋編
 - ・ 門構移動装置の新規掲載
 - ・ ポストテンション桁製作工他, 各工種の適用範囲の明確化
 - ・ 横組工 地覆・高欄施工足場の記載
 - ・ 緩衝ゴム設置工 新規掲載 ほか
3. 橋梁補修編
 - ・ 足場タイプ別詳細作業内容の掲載
 - ・ 落橋防止システム工の一部改定

- ・ ストップホール工の新規掲載
- ・ 塗替塗装 素地調整工の改定
- ・ はく離材による塗膜除去作業の注意点の新規掲載

■B5判／本編1,201頁（カラー写真入り）
 別冊197頁 セット

■定価

一般：9,720円（本体9,000円）
 会員：8,262円（本体7,650円）

※別冊のみの販売はいたしません。

※送料は会員・一般とも 沖縄県以外600円

注1) 沖縄県の方は一般社団法人沖縄しまたて協会
 （電話：098-879-2097）にお申し込み下さい。

■発行 平成27年5月21日

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>

ずいそう

大型設備投資 (ショットブラストマシン) に寄せる思い

山 鳥 喜久雄



初めての投稿でございますので、弊社の自己紹介をさせていただきます。工場の所在地は新潟市の中心部を流れる信濃川の河口に位置します新潟西港より、海岸線を北上すること約 15 km, 北蒲原郡聖籠町に新潟県が昭和 39 年から開削致しました新潟東港工業地帯の一角にございます。工場敷地面積は 173,510 m² で東京ドーム 3.7 個分に相当する広さがあり、この敷地面積(単体の工場として)は全国の鉄骨・橋梁メーカーの中でも有数の規模で、その中で社員 200 人、協力会社 100 人の人々が働き、建築鉄骨と鋼製橋梁の 2 つの部門で年間 3 万トン余の鉄骨・橋梁の生産を行っています(写真—1)。

近郊には福島潟という大きな潟があり、国の天然記念物であるオオヒシクイをはじめとする 220 種類以上の渡り鳥が飛来するため、国指定福島潟鳥獣保護区に指定されています。また多くの水生・湿地食物など 450 種類以上確認され多くの自然が残されているため、環境省の「日本の重要湿地 500」, 「21 世紀に残したい日本の自然百選」, 「にいがたの景勝百選」などに選ばれており、春は湖岸を囲う桜並木、冬は白鳥の飛来等、四季折々大勢の人で賑わいます。またその奥には福島・山形・新潟にまたがる 2,000 m 級の山が連なる飯豊連峰を望むこともでき、日本海も含め豊かな自然に恵まれた地域でもあります。

新潟県というと冬は 2～3 m も雪が積もるいわゆる豪雪地域というイメージがすぐ浮かぶと思いますが、それは新潟県内でも魚沼や上越地域の山間部での話で、新潟市を中心とした沿岸部や平野部の積雪量はさほど多くはありません。弊社が位置する地域も積雪

は 10～50 cm 程度であり、近年は地球温暖化の影響か? さらに小雪傾向が続いており街の中心部や沿岸部では、期間の積雪が 0 cm というのも珍しくありません。しかし、冬の日本海側特有の気候は 11 月中旬から翌年の 3 月中旬位までは、雪や雨の日が格段に多くなり、降ってなくても暗く重たい灰色の雲が空を覆っている日々が続きます。

このような工場立地環境において、特に冬期間の塗装品質や安定した工程管理およびコスト面が大きな課題となっています。そのため冬期間の塗装品質の確保に加え、近年更に問題かつ重要視される環境問題にも対応すべく、本社工場敷地内に昨年の平成 26 年 5 月に新設完成したショットブラスト専用工場について紹介し、私どもがこの設備に『寄せる思い』を述べさせていただきたいと思います。塗装前の鉄構製品は、その製作過程で生じる初期錆や油脂、ごみ、ほこり等が付着しておりこれらの付着物は、塗装の仕上がりを悪くし、塗膜の性能低下や塗装の耐用年数を縮めてしまう等、悪影響を与えることになります。そのため塗装前処理といって鋼材面をきれいな状態にしなければなりません。この処理を素地調整といい塗装工程の中でも最も重要な工程であるといっても過言ではありません。

弊社における従来の素地調整(ブラスト作業)は、屋外塗装ヤードの簡易移動上屋内で手動作業により行っていましたが、そのため前述した冬期間の不安定な天候に左右されること、また粉じんの発生、産廃の処理、重い防護服を着た過酷な作業環境などが問題となっていました。また、サンドブラストにおいては「珪



写真—1 所在地、外観

砂」がじん肺の危険性が高いとして平成19年4月からJISの規格対象外となり、他の研削材への変更が余儀なくされ、塗装コストが増加傾向にありました。そこでこれらの諸問題を解決するために、長年標榜して参りました大型の自動ブラストマシンを導入することになりました。

建屋および付帯設備（写真—2）

建屋の大きさは、製品の最大処理寸法・自動ブラストマシンの大きさにより決定し、天井クレーン・無軌道台車については製品の最大質量より決定しました。建屋の側面、天井面には採光板を多く配置した結果大変明るい工場となっております。

【諸 元】

- ・建屋面積 : 1,774 m² (W=26.500 m, L=65.570 m, H=16.725 m)
- ・天井クレーン : 20 t 1台
- ・無軌道電動台車: 20 t 1台



写真—2 建屋および付帯設備

導入ブラストマシンの紹介（写真—3）

素地調整程度は鋼道路橋塗装—防食便覧（日本道路協会）に基づいて設定し、処理速度においてはISO Sa2 1/2で1.0～2.0 m/minで処理を行っています。

また処理最大寸法は、陸上輸送可能な箱桁橋梁の最大寸法を採用致しました。



写真—3 導入ブラストマシンの紹介

【諸 元】

- ・機種名 : 自動ブラストマシン SNT-20F
- ・メーカー : 新東工業(株)
- ・処理最大寸法: 幅3.5 m×高さ3.2 m×長さ14.0 m

ブラスト工程の紹介（写真—4）〈ブラスト前・後〉

ブラストマシンによる作業工程について説明致します。装置内で自動ブラスト作業および手動ブラスト作業を行います。閉鎖空間であるため外部への粉塵の飛散はなく、内部で発生した粉塵は大型集塵装置で処理されます。ショット材はブラスト装置内のコンベアにより自動回収し、粉塵を取り除いた後に再利用致します。

これらの工程により作業時間も従来の1/4に短縮され、天候不順に左右されことなく作業が可能となり塗装工程の安定と品質の向上が可能となりました。



写真—4 ブラスト工程の紹介

以上のように、昨年導入いたしました大型ショットブラストマシンを紹介させて頂きました。

稼働開始以降、ほぼ100%の稼働率を保っております。今後、この設備を経営資源の一角として、どのように活用していくか、社を挙げて検討中ではありますが、将来的には鉄骨・橋梁だけでなく、陸送可能な最大サイズの鋼構造部材の製作・塗装・運搬・据付、さらには直近の岸壁を利用して大型海洋構造物などの製作、塗装、運搬、据付を視野に入れ挑戦したいと思っております。近隣の日本海には風力発電設備が計画されており、岩船沖には37基、胎内沖には100基の風力発電のタワーの建設が行われると伺っております。

また、近年は官公庁、同業者、コンサルタント、学校関係者などの多方面の方々から、工場視察を頂いており、弊社で実践しております5S+S（スピード）に高い評価を頂戴しております。この投稿をご覧いただいた皆様が、お近くにお立ち寄りの際には、私どもの工場を是非ご覧頂きたいと思っております。

どうぞ宜しくお願い致します。

ずいそう

40 年前の想いで

須 貝 憲 宏



1. シンガポールチャンギ国際空港の第一期埋立工事

昨年9月、40年前にシンガポールで働いていた建設会社の企画のOBさん夫婦(家族で滞在していた方)と当時を思い起こし、懐かしいシンガポール旅行に出かける事になりました。それぞれが使う航空会社が違っていることもあり、皆さん海外慣れしている方ばかりで、シンガポールのホテル集合(現地集合)で帰日もホテル解散という自由な旅行になりました。

40年前、日本から行った建設会社5社のJVで施工をしていた、チャンギ国際空港の埋め立て土量の測量が我々測量班の役割でした。JV各社の埋立区域が決まっていて、マンスリーの出来高土量を実測、計算しPSA(当時のシンガポール港湾局)に提出して確認を得ていました。土量の測量にはPSAからもサーベヤーが3名ほど立ち合いローカルの助手を5~6名付けて測量をしていました。

シンガポールの周囲の海には砂が少なく、それもステイッククレイという、粘土の中でもややこしい(硬い)土質で埋め立てには適さないため、建設土木会社の担当の方が非常に苦労されていました。

当時のシンガポールは住宅や道路のインフラ整備工事が進みかけたところで、地盤は良いのですが、気候が熱いためかアスファルトの道路などは凹凸が多くジャンプしながら車の運転をしていました。

また道路事情が悪く、朝混雑を避けるため4人以下の乗車で10時以前に街に入ると警官が立っていて、確か50\$の罰金を取られたことがありました。

2. 作業宿舎

我々測量班はチャンギ10マイルに浚渫船の乗組員と同じアパートに住んでいました。乗組員の多くは九州熊本の八代市出身の方々に、大きなアパートで各室バス・トイレ・ベットの一人部屋で生活していました。いつも昼頃には麻雀部屋からガラガラと音がしていましたから、浚渫船の乗組員は2ワッチ制で24時間仕事をし、24時間休みだったと記憶しております。ただ我々の食事は、朝と夕は皆さんと一緒にでした。食事を終えてから街へ買い物に出かける人、英会話を習う人、静かに本を読む人、日本の家族に手紙を書く人

など様々にそれぞれの生活をしていました。

また、あまり触れたくないことですが、戦後日本人が戦犯として入獄していたといわれるチャンギプリズンも差ほど遠くないところにあったと記憶しております。

日曜日などの休日には、よく街の明かりを見るために、目の保養のために当時一番か二番のホテルシャングリアとかマンダリンホテルとかに行き、最上階の高級レストランではなく、2階のピアノ演奏などのあるレストランで優雅な気持ちでお茶したり、チキンライスを食べていたりしたものです。

また、よく行ったのは、昼はカーパークで夕方5時頃から屋台が10数軒並ぶオッチャーロード・カーパークというローカルの食事処でした。我々の帰国後、この屋台は風紀、衛生上良くないという事で、屋台だけの場所を新たに作り、そこに移動したという事でした。その頃から街並みも整備され、綺麗な美しいシンガポールに変身していったのでしょうか。

3. 私事(アクシデント)

仕事上ではないのですが、私としたことが「アキレス腱」を切断してしまいました。私29歳の2月のチャイニーズニューイヤー時の事でした。その頃、建設会社の中でも、ほぼ同じ年の方が足のけがが多く、私のまだまだジャンプしても大丈夫と言う「おごり」があったように思います。完治するまで3か月間かかりましたが、その間、以前にアキレス腱を切った人の杖を借り、また日本からピンチヒッター(このピンチヒッターの人は今もマラッカ海峡周辺の海峡管理に活躍している)を直ぐ呼んでいただき、シンガポールで完治させていただきました。私の不始末をかばっていただき、完治してから、日本に帰国しました。

4. 再度シンガポールへ

日本に帰国しましたら、長女が生まれて早半年がたっていました。帰国後すぐに風呂に入れましたら、大きな声で泣かれてしまいました。当時は親が居なくても子は育つと無責任なことを思っていたのですが、仕事とはいえ女房には多大な迷惑をかけたものだと、今

頃になって反省しています。それ以来、弊社社員にも出来るだけ長期出張はさせないよう心掛けています。

しかし、再度シンガポールに出掛ける事になり当時のいろんな事情は覚えていませんが、子作りしては出張に出かけ、社内にいることが少なかったように思います。子供たちもたまに帰ってきてはえらそうにしている私を見て、不思議がっていたのも確かです。

2回目のシンガポールは私も31歳になっていました。その時はほとんど出来高測量は終了し、最後の3か月間は、サーベイヤーとしていつPSAから土量計算のクレームが来るかも知れないという事で、シンガポリアンのサーベイヤーと二人だけ残り、残務整理をしていました。JVとPSAとの出来高精算のためにシンガポールのピープルズパーク付近に事務所を借り、4～5名残っていました。

私の帰国は昭和54年12月30日でした。

5. ほぼ40年ぶりのシンガポール

ほぼ40年ぶりのシンガポールは、綺麗に街の中も整備され、当時は街路樹も葉も少ない枯れ木のような道路脇でしたが、今では木が生い茂り、ホテルの上から道路を見ても木の葉で道路幅が確認できない状態でした。特にチャンギ10マイル付近は全く昔の面影を残していませんでしたが、チャンギのはずれの当時シーフードレストランだった付近は、少しだけ砂浜の海岸が残っていました。昔の海岸を探してみよう

と思い、大観覧車に乗り見渡しましたが海岸線は開発が進み、シンガポールのシンボルのマーライオンも少し大きくなり、マーライオンの沖合はマラッカ海峡(シンガポール水道)だったのが、今では埋め立てられその埋立地には大きな船が乗っているようなホテル(マリーナベイサンズ)、植物園のような緑を強調する超巨大植物園(ガーデンズ・バイ・ザ・ベイ)が造られていました。高層ビル群が立ち並び相変わらずゴミのない国ですが、現在のシンガポールが良いのか、私には解りません。あっという間の3泊4日のシンガポール思い出旅行、当時の皆さんと、今回の旅で、シンガポールで思い出の時間を共有でき、私の人生の宝になったことが一番大きな収穫でもありました。

6. OB会

当時のシンガポールの在住者のOB会に毎年呼んでいただき、昨年11月中旬には新橋で当時食べたシンガポール料理を食べながらの反省・忘年会を開きました。この反省・忘年会も参加させていただき、参加されたOBの皆さんには感動と楽しい思い出をいただいた事に深く感謝し、これからも健康に留意され末永い活躍を期待するものです。

ありがとうございました。

——すがい のりひろ (株)セア・プラス——

JCMA 報告

平成 27 年度 一般社団法人日本建設機械施工協会研究開発助成 助成対象研究開発決定のお知らせ

森川 博邦

1. はじめに

一般社団法人日本建設機械施工協会は、平成 27 年度の研究開発助成対象研究開発を決定しましたのでお知らせいたします。

この「研究開発助成」は、建設機械及び建設施工に関する技術等の向上と普及を図り、もって国土の利用、開発及び保全並びに経済及び産業の発展に寄与することを目的として優れた研究開発・調査研究に対して助成する制度で、本年度は第 9 回目となります。

本年度は、研究開発助成審査委員会（委員長 太田秀樹 中央大学 研究開発機構教授）において過日厳正な審査を行い、今般応募 11 件の中から『ポータブル IH を用いた熱処理による社会基盤鋼構造物の疲労寿命向上（名古屋大学大学院工学研究科：准教授 廣畑幹人氏）』の 1 件に対し助成することに当協会会長が決定しました。

なお、研究期間は平成 28 年 2 月から平成 29 年 3 月末で、研究開発成果は平成 29 年 11 月開催予定の「建設施工と建設機械シンポジウム」、機関誌「建設機械施工」で発表される予定です。

2. 助成研究開発の概要

今回助成を決定した研究開発の概要は以下のとおりです。

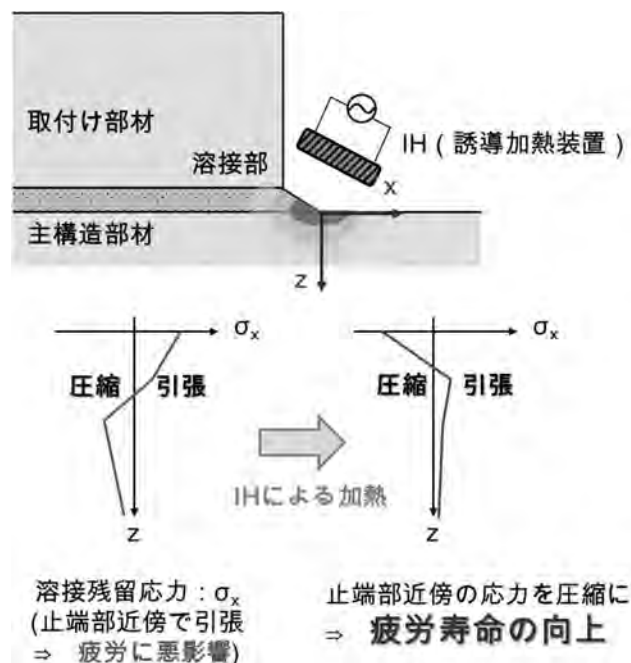
○ポータブル IH を用いた熱処理による社会基盤鋼構造物の疲労寿命向上

名古屋大学大学院工学研究科
准教授 廣畑幹人氏

高経年化した鋼構造物（鋼橋）では疲労き裂が発生した部位に対し、あて板を接合する補修補強方法が比較的簡便で効果が高いため広く採用されている。この場合、ボルト接合が主であり、溶接の適用事例はボルト接合に比べ少ないのが現状である。溶接接合では穿

孔が不要で重量増加が少なく、効率の良い継手が作製できる利点がある一方で、既設構造物では部材が拘束された状態で溶接を行うこととなり、工場での新規構造物の製作時に比べ高い溶接残留応力が発生する問題のため、補修溶接部から供用中に疲労き裂が発生することが懸念され、現状では既設構造物の補修補強に溶接接合は積極的に採用されていない。

本研究では、既設構造物の補修補強において溶接を行う際に、補修後の溶接部の疲労寿命を向上させる簡便な技術を開発することを目的とする。その方法として、小型・可搬型の高周波誘導加熱装置（IH：Induction Heating, 図—1）を用いて溶接部の残留応力を制御する技術を提案する。



図—1 誘導加熱による溶接残留応力制御のイメージ

[筆者紹介]

森川 博邦（もりかわ ひろくに）
一般社団法人日本建設機械施工協会 技師長
平成 27 年度研究開発助成担当

部 会 報 告

除雪機械の変遷（その 15） 凍結防止剤散布車（1）

機械部会 除雪機械技術委員会

まえがき

薬剤（塩化ナトリウム・塩化カルシウム）を雪氷路面に散布し、路面凍結を防止することは古くから知られているが、今日見る専用車タイプの散布車が登場し、散布技術の基盤が形成、淘汰されたのは、昭和 48 年以降である。凍結防止剤散布車は、トラック車両をベースとし、その上に散布装置が搭載されている。散布装置をトラックに積み込んで使用する車載型とトラック車両と散布装置を一体化した専用車がある。散布装置は、基本的にホップ、搬送機構、散布機構の 3 つから構成される。散布技術は昭和 30 年代の人力散布から始まり、今日では（平成 28 年現在）機械技術を利用した乾式散布、湿式散布へと進歩してきたが、その過程では薬剤搬送技術の確立が大きな課題であった。搬送技術にはベルトコンベア式とスクリーンコンベア式があり、それぞれ時代を画した時期もあったが、現在では両方式とも、その特徴を生かして使用されている。凍結防止剤散布車開発の歴史は、この機構の工夫・改良を軸に歩んできたものといえる。

ここで扱う散布車の範囲は、車載式の散布車および専用車などである。

凍結防止剤散布作業には、乾式散布、溶液散布、および固形剤と溶液を混合した湿式・湿潤式散布の 3 通りの散布方法がある。散布車は、これに対応して固形剤用の乾式散布車、溶液用の溶液散布車（これは散水車と同等のもの）および湿式・湿潤式散布車がある。除雪後の散布（事後散布）には、乾式および湿式・湿潤式が、凍結防止のための散布（事前散布等）には、溶液散布および湿式・湿潤式が主に使用される。これらの散布方法は、気象情報および現場条件などを検討して選択されている。

本報文は、国内における凍結防止剤散布車の変遷を関係メーカーの協力を得てまとめたものである。凍結防止剤散布車の開発は、他の除雪機械同様旧建設省、旧日本道路公団、地方自治体などに負うところが大きい。官側が、率先して開発したことにより今日の散布車の姿があるといえる。なお、取りまとめに当たっては、北海道開発局、東北地方整備局、北陸地方整備局の除

雪機械の歴史に関する既存資料から多く引用させていただきました。ここに深く感謝いたします。

6-1 黎明期（人力から車載式へ、昭和 30 年代）

6-1-1 人力散布

戦後から昭和 30 年代にハンガー式散布機が登場するまでは、人力による散布が行われていた。人力による散布は、作業員が直接道路上に立って歩いて撒くものや、トラック荷台の上からスコップで砂を散布したものである。

写真 6-1 人力散布 昭和 30 年代⁴⁾

6-1-2 ハンガー式簡易散布機

昭和 33 年、範多機械(株)は、凍結防止剤散布機の原形である簡易形骨材散布機 MS-S 形マテリアルスプレッダを開発した(写真 6-2 参照)。この機械は、トラックの荷台あおり部引っ掛け式であり、上部に投入ホップ、その下部に散布円盤を取り付けた簡単な構造である。使用時には 2～4t 級の平ボディの作業車の後部荷台扉に、これをぶら下げ、荷台に積んだ骨材、砂等を人力でホップに投入して散布する。特にゲートは設置されておらず、砂はそのまま自然流下する。この骨材、砂等の代わりに凍結防止剤におきかえるという発想が、いわば凍結防止剤散布機開発の第 1 段階である。いつ頃から実用に供されていたかは定かではないが、簡易形骨材散布機 MS-S は、昭和 33～38 年頃は盛んに使用されていたようである。範多機械(株)もこれを旧建設省、地方自治体等に納入した実績がある。この散布機は、各種トラックにも装着できて、トラック後部にひっかけるだけで簡単に使用できる利点があり、小



写真 6-2 簡易散布機 MS-S 型 範多機械(株)
昭和 33 ~ 38 年頃

規模散布あるいは部分散布（例えば峠道、橋梁部等）に適していた。

昭和 40 年頃に範多機械(株)は、簡易散布機(砂散布機) MS-G 形(写真 6-3 参照)を開発した。これは、MS-S の改良型であり、ホッパ容量 0.1 m^3 で小型エンジン（5 馬力）により回転円盤を駆動した。現在でも少数生産されている。



写真 6-3 簡易散布機(砂散布機) MS-G
範多機械(株) 昭和 40 年頃⁴⁾

この簡易散布機は、2 ~ 4t の小型トラック荷台後部に懸架されるハンガー式であり、作業員が荷台に積んだ骨材、砂などをホッパに人力で投入し散布した。MS-S より進んでいた点は、作業員は、チェーンで固定されたパイプ状のレバー（写真 6-3 では、ロープのように見える）を使って、手動で回転円盤の上にあるクラムシェルパケットタイプの排出ゲートをバネ機構で開閉し、骨材、砂の排出を行ったことである。散布剤としては、砂と骨材が使用され、塩などはまだ使用されていなかった。周知のように、現在（平成 28 年）凍結防止剤は塩化ナトリウム、もしくは塩化カルシウムが多用されている。昭和 30 ~ 50 年代には一時、塩化カルシウムが主流の時代があったが、以降塩化ナトリウムがこれにとって替わった。

昭和 54 年頃から簡易散布機の主流は型式 MS-S から型式 MS-G へ移った。昭和 51 年にベルトコンベア

式の車載式散布機ができてから、凍結防止用としての使用は、減少していった。MS-G から MS-GA、MS-03G へ型式を変えて、本来の用途である道路工事用骨材散布機として平成 16 年まで生産された。

6-1-3 スクリューコンベア式凍結防止剤散布車 MS-F 型 昭和 38 ~ 41 年



写真 6-4 車載式凍結防止剤散布車 MS-F 型
範多機械(株) 昭和 38 年

昭和 40 年、旧建設省近畿地方建設局の指導により、範多機械(株)は車載式凍結防止剤散布車 MS-F 形を共同開発した。この機種は、簡易形骨材散布機の荷台にスクリーンコンベアとホッパを組み合わせたスクリーン送り出し形の散布剤貯蔵用ホッパを搭載したもので、散布剤ホッパと簡易形骨材散布機 MS-S の間に散布剤を搬送するスクリーンコンベアを介在させたものである。昭和 38 年以前における簡易形骨材散布機の場合には、人力でホッパへの骨材投入作業を行っていたが、これを機械式投入に置き換えることにより、冬の過酷な作業条件から、作業員を開放した。これにより散布剤投入作業の省力化、散布作業の効率化が図られた。これは以降の範多機械のスクリーンコンベア式凍結防止剤散布機の原型となり、この時点で凍結防止剤散布機の主要構造は、ほぼ定まったといえる。MS-F には、ホッパ容量 1, 1.5, 2.0, 3.0, 4.0 m^3 の 5 種類があり、スクリーンコンベアと散布円盤は、動力源としてそれぞれ独立の 2 台の別置きエンジン（2 エンジン式）を使用して駆動された。

6-2 発展期（車載式から専用車へ、昭和 40 年代）

6-2-1 ドラム式凍結防止剤散布装置

昭和 40 年、範多機械(株)は、建設省と共同で車載式のドラム回転式散布装置 MS-R 型を開発した。

これは、生コン運搬用のトラックミキサ車と類似した構造で、回転ドラム形の散布剤貯蔵用ホッパを有する。水平に置かれたドラム内には、掻き上げ羽根があり、ドラム回転によって散布剤は上方に掻き上げられ、後部円形ゲートから排出される。排出された散布剤は、



写真 6-5 ドラム式凍結防止剤散布装置 MS-R 型
範多機械(株) 昭和 41 ~ 44 年 旧建設省近畿地方建設局と共同開発

シュートを介して散布円盤に供給され散布される。この方式の散布機は、昭和 38 ~ 41 年の時期に製作されたスクリューコンベア式のものと全く異なる構造である。

この方式の利点は、以下のようなものである。

- (1) ドラム回転による攪拌、混合機能により、砂と散布剤など二種類の材料の混合散布が可能である。
- (2) アーチ現象等、散布剤特有の現象が発生しない。

欠点は、重力落下を利用して散布剤を投入するため、散布剤の排出量を制御することが難しく、所定の散布密度を得るのが困難なことである。

ドラムの回転動力はエンジンであり、減速機を介して、ドラムおよび円盤を回転した。ドラム式散布車は、手動式ゲート開閉装置、散布円盤回転数可変機構を装備していた。前者は、円形ゲートの開度を調整するレバーのことで、車両後部にあり、一度開度を決めると走行中は固定された。後者は、レバー操作で2個のプーリの径を3段階に調整するプーリクラッチによって散布円盤の回転数を変える機構である。

また本体は、コンパクトな構造になるよう工夫がなされた。ホッパ容量は、1.5、2.0、3.0 m³ の3種類であった。本機は、旧建設省、近畿地方建設局大阪機械整備事務所において公開実験を経て、各地方建設局へ納入された。

6-2-2 スクリューコンベア式（半車速同調型）凍結防止剤散布車 昭和 44 ~ 50 年

ホッパ式の散布機は、ドラム回転式に比べ剤の搬出量の制御が容易であり、均一に散布剤を排出できる。そのためホッパ式が、その後ドラム回転式に代わって標準となった。また搬出方式は、スクリューコンベア方式が、初めて採用された。ドラム回転式散布装置は、ホッパがドラム回転形のため、ホッパ内の薬剤充填量と、ドラム回転による遠心力のため、車体が左右に揺動し散布作業中に走行性が悪くなる傾向があった。こ

れを回避するため種々、検討がなされたが、構造上避けられない欠点であることから、ドラム回転方式は、製造中止となった。

昭和 44 年、範多機械(株)は、スクリューコンベア式車載式散布機 MS-F (S)を開発した(写真 6-6)。サブエンジン式で北海道開発局にも納入された。当時は本格的な散布車を製作するメーカーはなかった。昭和 38 ~ 41 年頃に開発された MS-F 形のモデルを再検討し、改良を加えた結果、簡易形骨材散布機の機構が、2エンジン方式から1エンジン方式に変わり大幅に簡素化された。1エンジンによって、油圧ポンプを駆動し、2つの油圧モータによりスクリューおよび円盤を回転した。これにより、散布車の主流は、トラック荷台後部に取り付け、作業員が荷台の上で作業する簡易散布機から運転席から操作でき、搬送装置が付いた、荷台上に設置される車載型散布機へ変わっていった。さらに車両速度を散布密度に同調させる半車速同調方式が採用された。半車速同調方式では、ゲート開度による散布量調整機構がなく、搬送量が一定だったため、所定の散布密度を得るには、それにあった車速で走行する必要があった。これは、オペレータの熟練を要するものであった。またこれと平行して、昭和 40 年代にはフライホイール P.T.O から動力を供給する専用車タイプの散布車も試作された。これにより、スクリュー式凍結防止剤散布車の基本構造が確立された(写真 6-7)。

昭和 40 年代後半、範多機械(株)は専用車タイプの乾式凍結防止剤散布車（スクリュー式）MS-20FDT を開発した(写真 6-8)。

スクリュー、散布円盤の作動および円盤の傾斜の調整は油圧により行われた。散布円盤の傾きを調整して散布方向を変えた。

散布円盤は、通常の円盤シャフトではなく、油圧モータ直付けで駆動され回転した。周囲を円盤の底部とつながったパイプによる保護枠で囲まれており、その枠



サブエンジン

写真 6-6 車載式散布装置（スクリューコンベア式） MS-F (S)
範多機械(株) 北海道開発局 昭和 44 年ころ



写真 6-7 スクリューコンベア式凍結防止剤散布車 MS-20FDT (M) 2m³
範多機械(株) 旧建設省北陸地方建設局 昭和 40 年代 ③



写真 6-8 スクリューコンベア式凍結防止剤散布車 MS-20FDT (M) 2m³
範多機械(株) 昭和 49 ~ 50 年

の左右部のパイプと連結した油圧シリンダがあり、その伸縮により円盤の傾きを変えるものであった。傾きを変えることは、路肩側の散布を少なくする場合などに使用された。このとき、日本で初めて車速同調方式が採用された。

昭和 47 年、範多機械(株)は、当時の建設省北陸地方建設局と新型散布車の共同開発により、電気式車速同調と半車速同調式の 2 機種を同時開発した。

同年に範多機械(株)は、ベルトコンベア式凍結防止剤散布車 MS-BDT を開発した(写真 6-9)。動力の取り出しにフライホール PTO が採用され、散布密度の制御は半車速同調方式であった。ベルトコンベアおよび散布円盤は、油圧駆動であり、フライホイール PTO の入切(オンオフ)を手動のプッシュケーブルにより行った。



写真 6-9 ベルトコンベア式凍結防止剤散布車(専用車) MS-BDT (F)
範多機械(株)昭和 47 ~ 52 年

これは、ベルトコンベア式としては、日本で最初の専用車であった。車載式 BD (S) は、これより早く昭和 47 年に旧日本道路公団に納入された。同年、専用車 MS-BDT (F) として、旧建設省でも使用された。スクリューコンベアでは、起動トルクが大きく、スク

リュウの摩耗が大きい。ベルトコンベア式は起動トルクがスクリューより小さく、定量散布に優れている。範多機械(株)は、これらを検討した結果ベルトコンベア式を採用した。しかし MS-BDT は、半車速同調方式であったため、運転操作が難しく、その後制御方式は、昭和 48 年に北陸地建と共同開発した車速同調方式に切り替わっていった。

昭和 48 年、範多機械(株)は、北陸地方建設局に試作車 MS-BIT (D) 4 台を納入し、試験の結果電気式車速同調が正式に採用され、同時に共同特許を取得した。型式の BIT および BI の I は当時出始めた IC チップによる IC 制御の I から取ったものである。以後平成 13 年度までの実績で BI 型は約 1,800 台生産されている。

6-3 ベルトコンベア式の時代(昭和 50 年代)

6-3-1 ベルトコンベア式凍結防止剤散布車

MS-F 形スクリュー式凍結防止剤散布機の改良と併行して、昭和 49 年に範多機械(株)は、旧建設省北陸地方建設局との共同開発により、大型のベルトコンベア式凍結防止剤散布車(専用車タイプ) MS-BIT (F) を開発した(写真 6-10)。また、昭和 50 年に範多機械(株)は車載式 MS-BI (S) も開発した。MS-BI 形は、MS-F 形のスクリューコンベアをベルトコンベアに置き換えたものである。MS-F 形の欠点は、以下のよう

- (1) 当時の散布剤は塩化カルシウムと砂の混合物又はスリップ防止用の砂のみなのでスクリューコンベアの摩耗が大きい。
- (2) スクリューへの散布剤の取り込み側のみが減っていくため散布剤の流れが悪くなりホップ内でアーチ現象が生じやすい。
- (3) 始動時の起動トルクが大きい。

昭和 50 年にスクリュー式の生産は、終了し、旧建設省は BIT 型を正式採用とした。

ベルトコンベア式では起動トルクはスクリューコンベア式の約半分で済むなど、上記の欠点が解消された。さらに範多機械(株)は、旧建設省北陸地方建設局との共同開発で、正確な散布密度を維持することができる車速同調式自動散布制御装置を完成し実用化した。ここで、車速同調方式とは散布密度を一定にするため、走行速度に比例して、ベルトコンベアの搬送速度すなわち搬送量を増減することによって車両の速度が変わっても散布密度が変わらないようにし、一方、円盤回転速度は一定に保持する方式である。散布幅などの散布条件が変われば、ゲート高さ及び円盤回転速度の可変

により、散布密度が一定になるよう調整される。これによりオペレータは、運転速度を一定にする必要がなくなり運転に専念できるという画期的な制御方法であった。これらのことから、ベルトコンベア式凍結防止剤散布車は、広く採用されるようになり、昭和50年以降60年代まで、凍結防止剤散布車といえばベルトコンベア式を指す程主流を占めることになった。機種としては、ホッパ容量2～10 m³のものが製作され、旧建設省の各地方建設局、旧日本道路公団、地方自治



写真 6-10 ベルトコンベア式凍結防止剤散布車 MS-BIT (F) 型
範多機械(株) 昭和 49 年以降



写真 6-11 ベルトコンベア式凍結防止剤散布車 MS-80BI (S) 型 8 m³
(除雪ブロー付) 範多機械(株) 昭和 57 年 旧日本道路公団



写真 6-12 ベルトコンベア式凍結防止剤散布車 MS-60BIT (F) 6 m³
(除雪ブロー付) 範多機械(株) 旧日本道路公団 昭和 58 年



写真 6-13 ベルトコンベア式凍結防止剤散布車 MS-20BIT (F) 2 m³
旧建設省関東地方建設局 昭和 57 年

体で使用された(写真 6-11)。

BIT (F) は、乾式であるが(写真 6-12, 6-13), 平成 5 年に湿式ができたため、両者を区別するため、平成 13 年から湿式を BIT (W) とし、乾式を BIT (D) と改称した。

6-3-2 車載式小形散布機

車載式小形散布機の搭載車両は軽トラックから4tクラストラックが使用される。ベルトコンベアによる送り出し方式または自然流下式を採用し、散布装置はワイヤーで荷台に固定される。動力源は、サブエンジン油圧式およびバッテリー式がある。

昭和 56 年に範多機械(株)はサブエンジン油圧式 MS-MH シリーズを開発した(写真 6-14)。従来の散布装置の簡易型として、トラック平ボディに積載されるもので車速同調機能は有していない。動力源は、サブエンジンを使用し、円盤、ゲート、コンベアの作動は油圧式である。特徴は、ホッパ容量が1.0～3.0 m³で、広幅のベルトコンベアを採用し、全高を低くし、詰まりやブリッジが起きにくく、安定した剤の送り出しができることである。散布幅がキャビン内で選択可能で、散布量もキャビン内にて設定し、指定速度で走行を行う。スプレッド装置は、上方スイング収納式が採用された。使用時には、シュートと回転円盤よりなるスプレッド装置は、トラック床面より下方に突き出ているが、格納時には、上方にスイングするために、トラック床面上方に格納されるので、車両より取り外したと



写真 6-14 サブエンジン油圧式小型散布機 MS-MH 範多機械(株) 昭和 56 年



写真 6-15 車載式小型散布機 MS-18MH (F) 首都高速道路公団
範多機械(株) 昭和 50 年代

きに地面への直置きが可能となった。

(1) 車載式小型散布機 MS-20MD 昭和 51 ～ 59 年
昭和 51 年に範多機械(株)は小型凍結防止剤散布機 MS-MD を開発した (写真 6-16)。

これには、ベルトコンベア幅が広いので、ベルトコンベア出口側に左右より散布シュートに散布剤を送るスクリー機構を備えていた。



写真 6-16 車載式小型散布機 MS-10MD 旧日本道路公団 昭和 53 年



写真 6-17 車載式小型散布機 MS-20MD
範多機械(株)日本道路公団 昭和 56 年

(2) 車載式小型散布機 MS-ME/ME II

昭和 59 ～平成 5 年にかけて、範多機械(株)は小型車載式簡易散布機 MS-ME を製作した。ホッパ容量 $0.5 \sim 1 \text{ m}^3$ 、ベルトコンベア式である。初めてベルトコンベアの駆動に電動式が採用された。

車両バッテリーまたは発電機 (特別仕様) による電気モータ駆動で、構造、取扱いが簡単であった。

昭和 49 年に範多機械(株)は、2 種類の散布剤を混合散布する散布車 MS-BFT (F) 形を開発した。

これは、2 種類の散布剤を別々のホッパに貯蔵し、一方はベルトコンベアで、他方はスクリーフィーダにより送り出す。混合は、ベルトコンベア終端近くで



写真 6-18 車載式小型散布機 MS-ME II
範多機械(株) 昭和 59 ～平成 5 年



写真 6-19 混合散布用中型散布車 MS-BFT (F) 型
範多機械(株) 昭和 49 ～60 年

他方の散布剤をベルトコンベア上に落下させ、散布円盤で均一混合散布を行う。散布剤の貯蔵容量は、混合仕様により異なる。砂と塩化カルシウム等との混合散布に多用されるが、混合比は 4 : 1 程度である。

砂、塩 (塩化カルシウム等) の単独及び混合散布が可能で、砂を散布することによりスリップ防止を行い、塩害を少なくする。また、ホッパ内にアジテータを設け、砂の固結を防いでいる。当初は砂だけ撒かれていたが、塩化カルシウム等を混合することにより滑り止めだけでなく凍結防止もできた。

その後、昭和 61 年に範多機械(株)は BFT (F) を半車速同調型から車速同調型に改良した混合散布用散布車 BFIT (F) を開発し、平成 6 年まで製作した。

J C M A

《参考文献》

- 3) 除雪機械の歴史 平成 3 年 3 月 監修 建設省北陸地方建設局 発行 社団法人日本建設機械化協会北陸支部
- 4) ゆきみち今昔 社団法人 日本建設機械化協会 北陸支部

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈01〉ブルドーザおよびスクレーパ

15-〈01〉-02	キャタピラージャパン ブルドーザ Cat D10T ₂	'15.02 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

大規模土木や採石・鉱山現場などで稼動する大型ブルドーザのモデルチェンジである。

作業負荷に応じて、作業装置に最適な油量を供給するロードセンシングシステムなどにより燃費効率を向上したほか、自動的に作業負荷に最適なギアやエンジン回転数に調整する改良型オートシフト機能により最適な速度段での作業を可能としている。

また、車両の状態確認や各種設定を行えるフルカラー・タッチパネル式のインフォメーションディスプレイなどによりオペレータ環境の改善を図っている。

さらに、着座感知機能付シートや始動時オイルモニタリング機能などにより安全性・サービス性の向上を図っている。

なお、本機種は、エンジン出力（グロス値）が560 kW 以上であるため、オフロード法の対象外となっている。

表一 Cat D10T₂ の主な仕様

運転質量	(kg)	71,400
全長（ブルドーザ装置付）	(mm)	9,320
全幅（ブルドーザ装置付）	(mm)	4,940
全高（ROPS 上端まで）	(mm)	4,410
ブレード幅	(mm)	4,940
エンジン		
総行程容積	(ℓ)	27
定格出力（ネット、前進／後進）	(kW)	447/538
定格出力（グロス、前進／後進）	(kW)	462/562
定格回転数	(rpm)	1,800
ステアリング形式	電子制御湿式多板 油圧作動フィンガーコントロール	
接地長	(mm)	3,870
接地圧	kPa (kg/cm ²)	148 (1.51)
価格（税別）	(百万円)	127.8



写真一 キャタピラージャパン Cat D10T₂ ブルドーザ

問合せ先：キャタピラージャパン(株) 広報室
〒158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

▶ 〈03〉積込機械

15-〈03〉-03	日立建機 ホイールローダ ZW30-5B	'15.10 発売 モデルチェンジ
------------	----------------------------	----------------------

主に除雪、農畜産、産廃、土木工事等で使用されるホイールローダであり「時代にマッチした環境性能」「優れた操作性と安全性の高い運転空間」「多彩なオプション装備」をコンセプトにモデルチェンジしたものである。

国土交通省排出ガス対策型建設機械3次基準に適合しており、高度な排ガス後処理装置を搭載せず、エンジンの信頼性を高め、メンテナンスコストの低減を図っている。国土交通省超低騒音指定機でもあり、夜間の市街地の除雪等、静粛性が求められる環境での利便性を高めている。

運転席へのアクセスルートには左右にグラブハンドルと大型ステップを設け、安全に乗降可能である。運転席は作業機レバーや前後進レバーの誤操作を防止するレバーロック、シートベルト、エンジンオフ時に自動的に作動するパーキングブレーキ、ROPS/FOPS構造のキャブ仕様などにより、安全性の向上を図っている。盗難を抑制するため、車両ごとに異なるキーでしかエンジンを始動できないNSキーを標準装備とし、ICチップによる認証を行う電子キーロックもオプションで選択可能である。

パワートレインには旧モデルと同じHST（ハイドロ・スタティック・トランスミッション）システム、アクスルを採用し、高い信頼性と耐久性を継承している。

業種や使われ方に応じたオプションの選択が可能であり、除雪向けにはブラウヤスノーバケット、スノータイヤ、ヒータを、農畜産向けには大きなゴミを捕捉するラジエータダストスクリーン、各種防錆対策、ロールグラブや各種フォークアタッチメント、産廃向けにはノーパンクタイヤ、ハイリフトアーム等を設定している。

旧型機（LX20-3の一部、LX20-7、ZW30）のブラウヤやフォーク、バケットなどのフロントアタッチメントは、ZW30-5Bと互換性があり引き続き使用することが可能である。



写真二 日立建機 ZW30-5B ホイールローダ

新機種紹介

表一 2 ZW30-5B (キャノピ仕様) の主な仕様

標準バケット容量	(m ³)	0.4
運転質量	(t)	2.795
最大出力	(kW/min ⁻¹)	18.5/2,200
定格荷重	(t)	0.7
全長 (バケット地上時)	(m)	4.140
全幅 (バケット)	(m)	1.570
全高 (バケット地上時)	(m)	2.415
ホイールベース	(m)	1.780
トレッド	(m)	1.180
ダンピングクリアランス	(m)	2.150
ダンピングリーチ	(m)	0.775
最高走行速度 (前進/後進)	(km/h)	15/15
標準小売価格 (税抜)	(百万円)	5.45

注) 価格は工場裸渡し。

問合せ先: 日立建機株式会社 経営管理統括本部 ブランド・コミュニケーション本部 広報戦略室 広報グループ
〒112-8563 東京都文京区後楽2丁目5番1号

▶ 〈05〉 クレーン、インクラインおよびウインチ

15-〈05〉-09	古河ユニック ミニ・クローラークレーン UR-U174C	'15.10 発売 新機種
------------	------------------------------------	------------------

石材業、造園業、設備据付業などで使用される 1.73 t 吊りのミニ・クローラークレーンである。走行時の全幅を 0.6 m に抑えながら安定した走行を行うことができる。

走行装置には、タンデムローラを片側 2 箇所に搭載したダブルタンデムローラ機構を採用し、クローラの路面追従性および悪路走破性を向上させると共に、作業や周囲への騒音・振動を軽減させている。

アウトリガのロックピンには、片手で抜き差し可能なボールロックタイプを採用し、アウトリガの設置作業を効率良く行うことができる。また、ピン穴部には樹脂プレートを取り付け、ピン穴部のキズ・塗装の剥離を防止している。さらに、アウトリガのインナーボックスに追加したゴム製グリップにより、円滑な引き出し作業が可能であり、走行時のフロートストッパーの機能も兼ねており、ガタつき音も軽減させている。

従来機と比較し、アウトリガの設置パターンを増やすと共に、アウトリガフロートの可動域を拡大してアウトリガの水平設置を可能としたことで、多様なアウトリガの設置が可能となっている。

「ジョイスティック式」と「選択スイッチ式」の 2 種類の操作方法を選べる連動ラジコンを標準装備し (購入時にいずれかを選択)、円滑な連動操作が可能であり、ブーム伸縮装置の内蔵化やフック格納機構など、作業の安全化を図っている。

表一 3 UR-U174C の主な仕様

最大クレーン容量	(t) × (m)	1.73 × 1.0
最大地上揚程 (約)	(m)	5.7
最大地下揚程 (約)	(m)	6.9
最大作業半径	(m)	5.17
フック巻上速度	(m/min)	11
ブーム伸長速度 (ブーム長さ)	(m)/(s)	3.76 (1.73 ~ 5.49)/11
ブーム上げ速度	(度)/(s)	0 ~ 80/10
旋回範囲/速度	(度)/(rpm)	360 (連続)/2.0
エンジン定格出力	(kW(PS))/min ⁻¹	6.6 (9.0)/1800
走行速度 低速/高速	(km/h)	2.1/4.1
登坂能力	(度)	20
クローラ接地圧	(kPa)	31.4
全長 × 全幅 × 全高 (格納姿勢)	(m)	1.87 × 0.6 × 1.29
質量	(t)	1.2
本体価格	(百万円)	5.508

(注) フック巻上速度はロープ掛数 4、ドラム 3 層目。



走行姿勢



作業姿勢

写真一 3 古河ユニック UR-U174C ミニ・クローラークレーン

問合せ先: 古河ユニック株式会社 営業本部 営業企画部 販売促進課
〒103-0027 東京都中央区日本橋 1-5-3

新機種紹介

▶ 〈07〉 せん孔機械およびブレーカ

15-〈07〉-03	キャタピラー・ジャパン 油圧ブレーカ H75Es/H95Es	'15.02 発売 新機種
------------	--------------------------------------	------------------

解体現場でのコンクリート構造物や道路工事における舗装路面の破碎など、さまざまな用途での破碎作業に役立つ、6 トンから 14 トンクラスの油圧ショベル向けの油圧ブレーカである。

油圧ショベルの性能を最大限に引き出すことで打撃力を発揮している。

またフロントから真っ直ぐに力が伝わる縦型ブラケット^{*1}、緩衝装置やガスを利用した打撃などにより、打撃性能・操作性を高めている。

さらに、空打ち防止機能などにより耐久性の向上を、グリース（潤

滑剤）の給脂箇所を高くすることなどによりメンテナンス性の向上を図っている。

なお、新車同様の保証適用が可能である。

^{*1}：ブラケットは油圧ショベルとブレーカを接合する装置である。

ブラケットによってブレーカの上部を車両に装着することから、縦型という。縦型に対し、ブレーカの横に張り出したブラケットによって装着するタイプは横型といわれる。

問合せ先：キャタピラー・ジャパン(株) 広報室

〒158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

▶ 〈10〉 環境保全およびリサイクル機械

15-〈10〉-01	キャタピラー・ジャパン 小割破碎機 P215 / P225 / P235	'15.02 発売 新機種
------------	--	------------------

解体現場やリサイクル現場における破碎作業や分離作業を行う、15 トンから 60 トンクラスの油圧ショベル向けの小割破碎機である。コンクリートや解体廃材を大量に処理するための専用設計がなされている。

ワイドなジョー（顎）は固定式で、シリンダはスピードバルブを標準搭載し、スピードと破碎力のバランスを切り替えることにより作業の効率化を図っている。

また、破碎歯・圧碎歯と鉄筋カッタはボルトオンで装着されており、交換が可能であり、メンテナンス性の向上を図っている。

なお、新車同様の保証適用が可能である。

表—4 H75Es/H95Es の主な仕様

	H75Es	H95Es
運転質量（代表仕様）（kg）	485	641
打撃数（回 / 分）	840-1,650	700-1,260
エネルギー（J）	1,356	2,034
定格流量（L / 分）	70-130	70-150
作動圧力（MPa）	17.24	17.24
前後長さ（mm）	520	520
幅（mm）	512	512
高さ（mm）	1,493	1,667
ツール径（mm）	74.5	87.5
ツール突出長さ（mm）	376	416
適合油圧ショベル（t）	6-10	7-14
価格（税別）（百万円）	2 ^{*1}	2.28 ^{*2}

^{*1}：ブラケット（307-308 クラス油圧ショベル用）／ホース含む

^{*2}：ブラケット（307-308 クラス油圧ショベル用）／ホース含む



写真—4 キャタピラー・ジャパン H95Es 油圧ブレーカ

表—5 P215/P225/P235 の主な仕様

	P215	P225	P235
適用車両質量（t）	15-25	25-35	35-60
運転質量（ブラケット含む、kg）	1,900	2,740	3,720
作動油最適流量（L / 分）	150	200	300
最大作動圧（kPa）	350	350	350
長さ（メイン機種用ブラケット含む、mm）	2,802	2,991	3,452
高さ（mm）	1,372	1,678	1,953
幅（mm）	580	624	708
ジョー深さ（mm）	722	899	1,103
ジョー開口幅（mm）	838	1,018	1,214
カッタ長さ（mm）	200	260	260
サイクルタイム（閉じ / 開き、秒）	2.3 / 3.8	2.6 / 5.4	3.2 / 4.6
破碎歯破碎力（kN）	647	951	1,177
圧碎歯破碎力（kN）	1,170	1,706	1,863
カッタ破碎力（kN）	2,256	3,246	3,854
破碎可能コンクリート厚（mm）	650	750	900
価格（百万円、税別）	4.2 ^{*1}	7.5 ^{*2}	9.3 ^{*3}

^{*1}：ブラケット（320E 油圧ショベル用）／ホース含む

^{*2}：ブラケット（336E 油圧ショベル用）／ホース含む

^{*3}：ブラケット（349E 油圧ショベル用）／ホース含む

新機種紹介



写真—5 キャタピラージャパン Cat P200 シリーズ 小割破砕機

問合せ先：キャタピラージャパン(株) 広報室
〒158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

〈19〉建設ロボット，情報化機器，タイヤ，ワイヤロープ，検査機器等

15-〈19〉-04	丸善工業・アールアンドアール フィルター自動洗浄装置 CLE101	'15.04 発売 新機種
------------	---	------------------

集塵機のフィルターをエア吹付けで乾式自動洗浄する装置である。

集塵機のフィルター洗浄作業は、手間が掛かる上、場合によっては粉塵飛散により健康や周辺環境等に影響を与える恐れがある。本装置は、使用後のフィルターを集塵機内部にセットするだけで、全自動洗浄が可能であるため、粉塵飛散による問題点の解消および作業効率の向上を図っている。

洗浄作業は、エア吹付けのため、ブラシ等によるフィルターの損傷を回避できる。特殊ノズルから回転しながら噴出するエアによりフィルター表面を断続的に叩くため、窪みや深部の粉塵を効率的に除去する。

洗浄により排出する粉塵の落下分は下部ホッパーの袋で回収され、浮遊分はサイクロン集塵機で吸い込んで袋で回収されるのでそのまま廃棄することができる。

円筒型と平板型の2種類のフィルター形状に対応し、規格外のフィルターのサイズでも前面扉の作業口からエアガンを入れ、手動にて吹付け洗浄することができる。

洗浄時間は、フィルターの汚れ具合により任意に設定可能で、自動で円筒型フィルターの回転（平板型は水平移動）・エアノズルの移動・エアの吹付け・浮遊粉塵の回収を行う。

表—6 CLE101 の主な仕様

電源	(V)	単相 100 × 2 口
空気源（コンプレッサー）	(m ³ /min)	0.712 以上
外形寸法		
洗浄盤	(mm)	910 × 1,080 × 2,015
サイクロン集塵機	(mm)	430 × 805 × 2,060
質量		
洗浄盤	(kg)	350
サイクロン集塵機	(kg)	45
価格	(万円)	380



写真—6 丸善工業・アールアンドアール CLE101 フィルター自動洗浄装置

問合せ先：
丸善工業(株) 建機営業部
〒411-0824 静岡県三島市長伏 155-8
(株)アールアンドアール 技術部
〒279-0012 千葉県浦安市港 49

平成 27 年 建設業の業況

1. はじめに

建設投資は、平成 9 年以降、減少傾向が続き、アメリカの大手証券会社・投資銀行リーマン・ブラザーズの破綻が引き金となった世界的な金融危機および世界同時不況により急減し、平成 22 年度にはピーク時の 49% にまで減少した。

平成 23 年度に震災復旧需要で増加に転じ、平成 26 年度においても前年度とほぼ同額ではあるが微増（約 0.1% 以下の増）となり、4 年連続の増加となった。

平成 27 年度は、一転して減少に転じることが予測される。

建設業の業況について、直近のデータを交えその内容について紹介する。

2. 建設投資の概要

平成 27 年度の建設投資は国土交通省「平成 27 年度建設投資見通し」をみると、復興予算や平成 26 年度の補正予算等に係る政府建設投資が見込まれ、前年度比 5.5% 減ではあるが 48 兆 4,600 億円となる見通しである。このうち、政府投資は 20 兆 1,600 億円（前年度比 14.2% 減）、民間投資は 28 兆 3,000 億円（前年度比 1.8% 増）である。これを建築・土木別にみると、建築投資が 25 兆 9,300 億円（前年度比 0.3% 増）、土木投資が 22 兆 5,300 億円（前年度比 11.4% 減）である。

また、平成 26 年度の建設投資は、前年度から微増の 51 兆 3,000 億円となる見込みである。このうち政府投資は 23 兆 5,000 億円（前年度比 4.2% 増）、民間投資は 27 兆 8,000 億円（前年度比 3.3% 増）である。建築・土木別にみると、建築投資が 25 兆 8,600 億円（前年度比 4.5% 減）、土木投資が 25 兆 4,400 億円（前年度比 5.0% 増）である（図—1）。

3. 全国許可業者数の推移

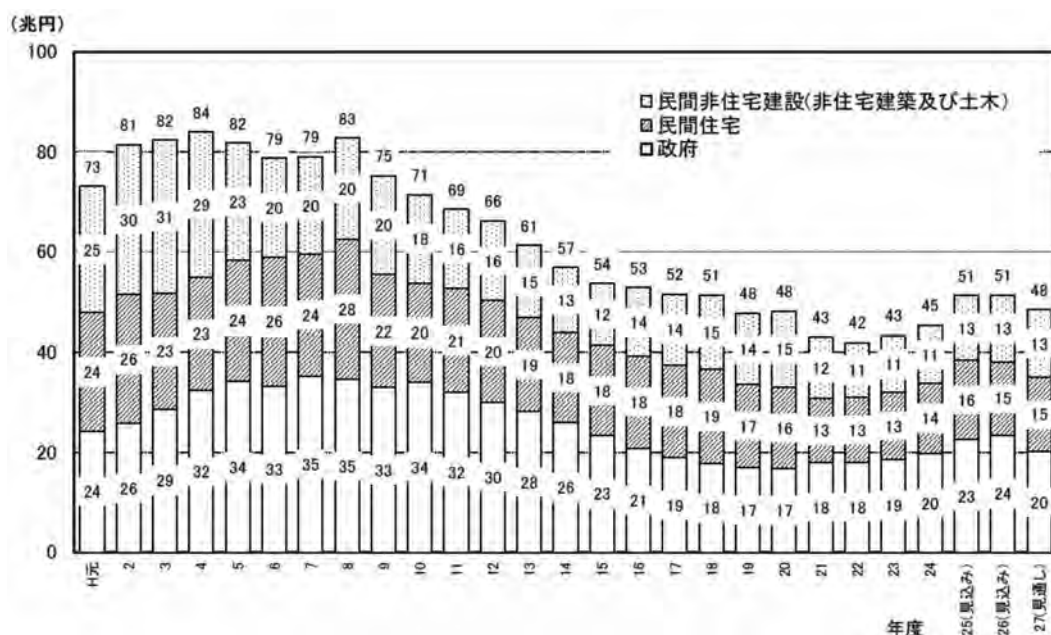
平成 27 年 3 月末現在の建設業許可業者は、国土交通省「建設業許可業者数調査の結果について」をみると 472,921 業者で、前年同月と比べ 2,282 業者（0.5% 増）増加した。

しかし、建設業許可業者数が最も多かった平成 12 年 3 月末時点のピーク時の業者数 600,980 業者と比較すると、128,059 業者（21.3% 減）減少している。

図—2 に許可業者数・新規及び廃業等業者数の推移を示す。

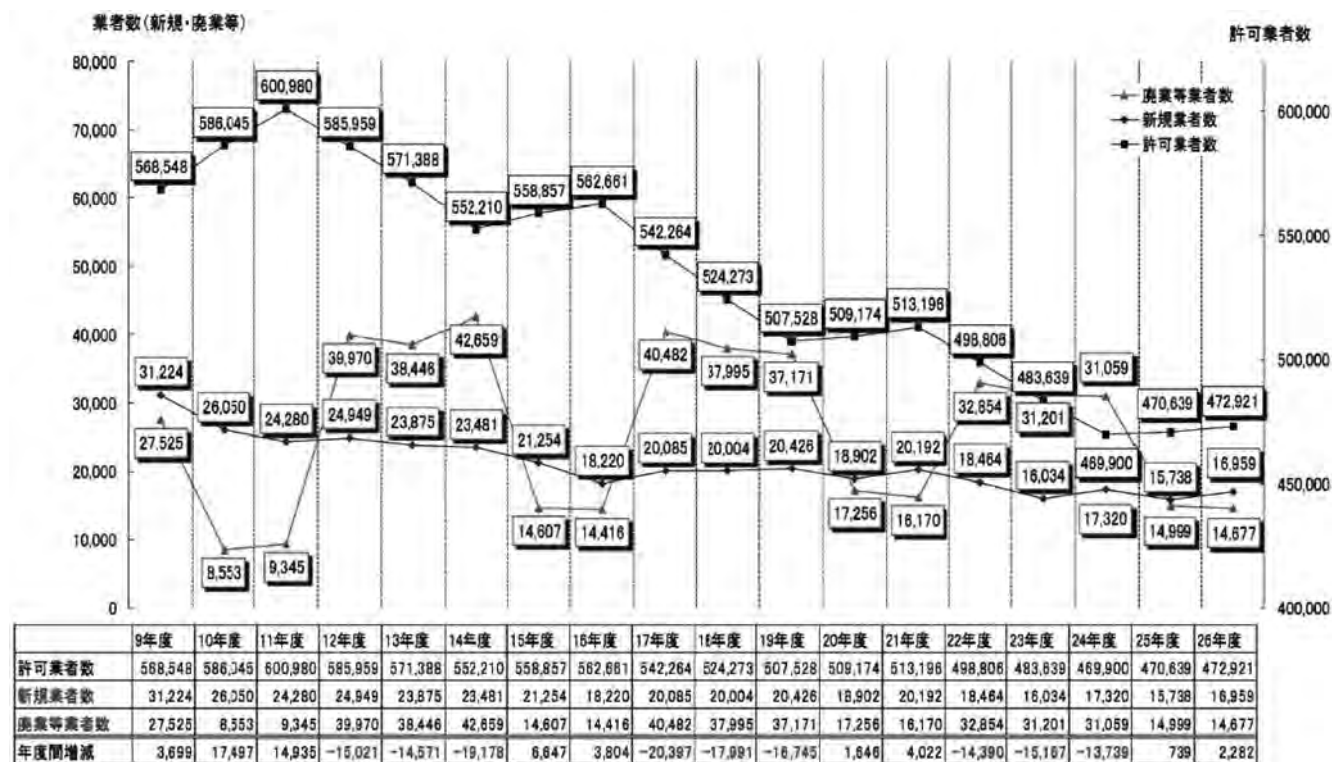
4. 業種別許可業者の推移

業種別許可業者の推移について国土交通省「建設業許可業者数調査の結果について」をみると、平成 27 年 3 月末現在における業種別許可の総数は 1,438,650 で、前年同月比 1.5% の増加となり、許可業者数が最も多かった平成 12 年 3 月末時点の 1,392,339 より 3.3%

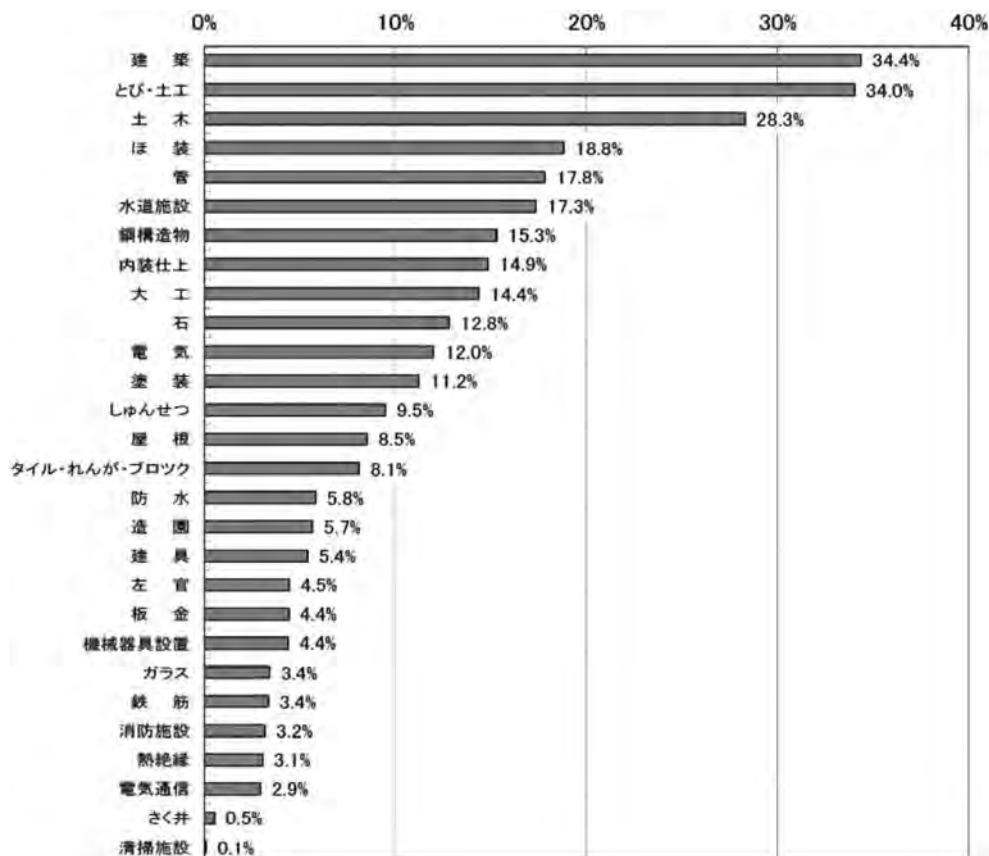


図—1 建設投資額（名目値）の推移（出展：国土交通省）

統計



図一 2 許可業者数・新規及び廃業等業者数の推移 (出展：国土交通省)



図一 3 建設業許可業者における業種別許可の取得率 (出展：国土交通省)

統計

表―1 建設業許可業者における業種別許可業者数の増減表

【業者数が増加した許可業種】

許可業種	前年同月比
とび・土工	2,335 業者 (1.5%)
内装仕上	1,588 業者 (2.3%)
塗 装	1,559 業者 (3.0%)
鋼構造物	1,543 業者 (2.2%)
石	1,434 業者 (2.4%)
屋 根	1,358 業者 (3.5%)
大 工	1,354 業者 (2.0%)
電 気	1,265 業者 (2.3%)
タイル・れんが・ブロック	1,207 業者 (3.3%)
防 水	1,052 業者 (4.0%)
しゅんせつ	940 業者 (2.1%)
ほ 装	846 業者 (1.0%)
板 金	818 業者 (4.1%)
左 官	779 業者 (3.8%)
熱絶縁	778 業者 (5.7%)
建 具	762 業者 (3.1%)
ガラス	761 業者 (4.9%)
鉄 筋	669 業者 (4.4%)
水道施設	531 業者 (0.7%)
管	370 業者 (0.4%)
機械器具設置	234 業者 (1.1%)
電気通信	209 業者 (1.5%)
消防施設	105 業者 (0.7%)

【業者数が減少した許可業種】

許可業種	前年同月比
清掃施設	▲ 16 業者 (▲3.2%)
さく井	▲ 25 業者 (▲1.0%)
土 木	▲ 71 業者 (▲0.1%)
造 園	▲275 業者 (▲1.0%)
建 築	▲708 業者 (▲0.4%)

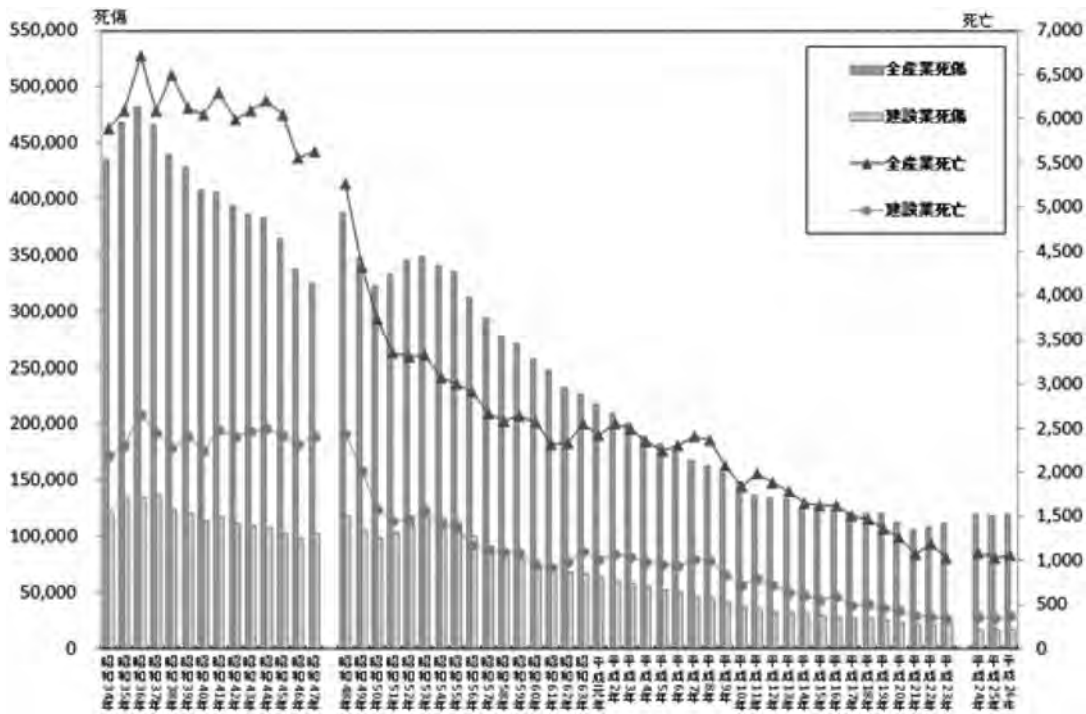
の増加となった。

また、前年同月比については、取得業者数が増加した許可業種は23業種である。増加率についてみると、熱絶縁工事業が5.7%と最も高く、以下、ガラス工事業（4.9%）、鉄筋工事業（4.4）、板金工事業（ともに4.1%）が続く。また、前年同月に比べて取得業者数が減少した許可業種は5業種となっており、減少率のトップは清掃施設工事業の3.2%減となっている。以下、さく井工事業、造園工事業（ともに1.0%減）が続く。

図―3 に建設業許可業者の業務別許可の取得状況、表―1 に建設業許可業者における業種別許可業者数の増減を示す。

5. 死傷者及び死亡者の推移

建設業労働災害防止協会「労働災害統計」をみると、全産業における平成26年の休業4日以上の死傷者数は119,535名であり、前年同期118,157名と比べ1.1%（約1,000名増）の増加となった。また、死亡者数は1,057名でとなっており、前年同期1,030名と比べ



図―4 死傷者及び死亡者数の推移（出展：建設業労働災害防止協会）

2.6%（27名増）の増加となった。

一方、建設業における休業4日以上の死傷者数は、前年同期17,189名とほぼ同数の17,184名であった。また、死亡者数は377名となっており、前年同期342名に比べ10.2%の増加となった。

図一4に死傷者及び死亡者の推移を示す。

6. 倒産件数の推移

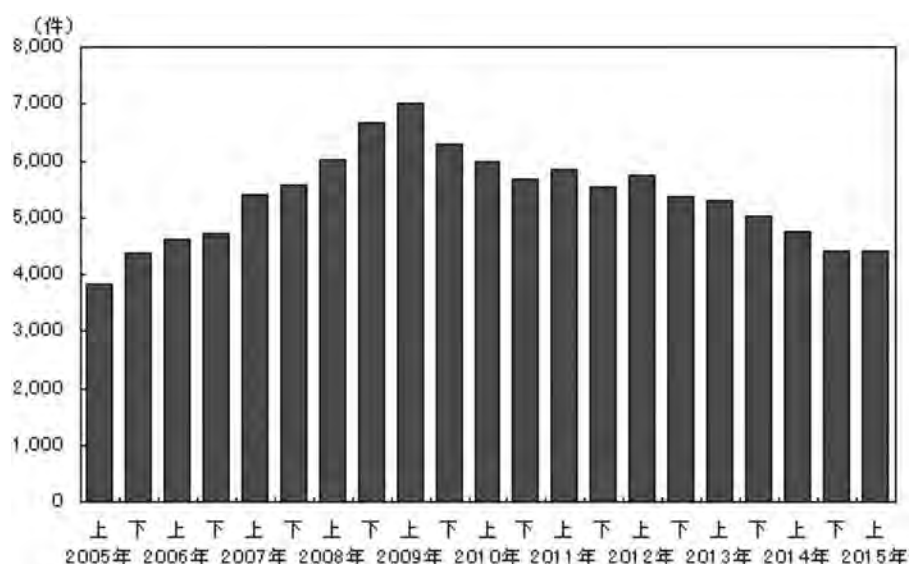
2015年上半期の倒産件数について帝国データバンク「倒産集計」をみると、件数は4,400件となっており、前年同期を7.5%下回り6年連続の前年同期比減少となった。

負債総額については、前年同期を8.3%下回る9,752億600万円となっており、3年連続の前年同期比減少となるとともに、上半期

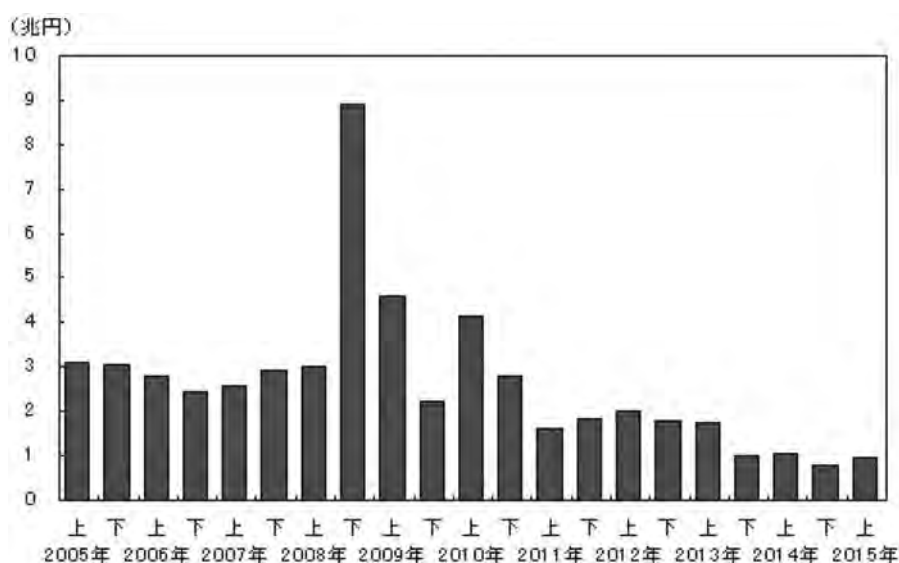
としては2000年以降で最小額となった。

一方、2015年上半期の建設業の倒産についてみると、件数は前年同期比15.0%減の802件であり、上半期でみると2010年以降6年連続の前年同期比減少となった。地域別では、横ばいの四国を除く、北海道から九州まですべての地域で前年同期を下回る結果となった。特に北陸新幹線が開通した北陸で前年同期比34.3%減少したほか、震災復興需要が続く東北においても前年同期比30.8%減少したことにより全体の減少に寄与した。近年の建設業の倒産減少には、国土強靱化基本計画を背景としたインフラ整備など公共工事が下支えしてきた背景がある。しかし、ここにきて公共工事は減少傾向にあり、公共投資への依存度が高い地方では建設業の景況感が悪化している。

図一5に倒産件数の推移、図一6に負債総額の推移を示す。



図一5 企業倒産年別推移（出展：帝国データバンク）



図一6 年別負債総額推移（出展：帝国データバンク）

統計

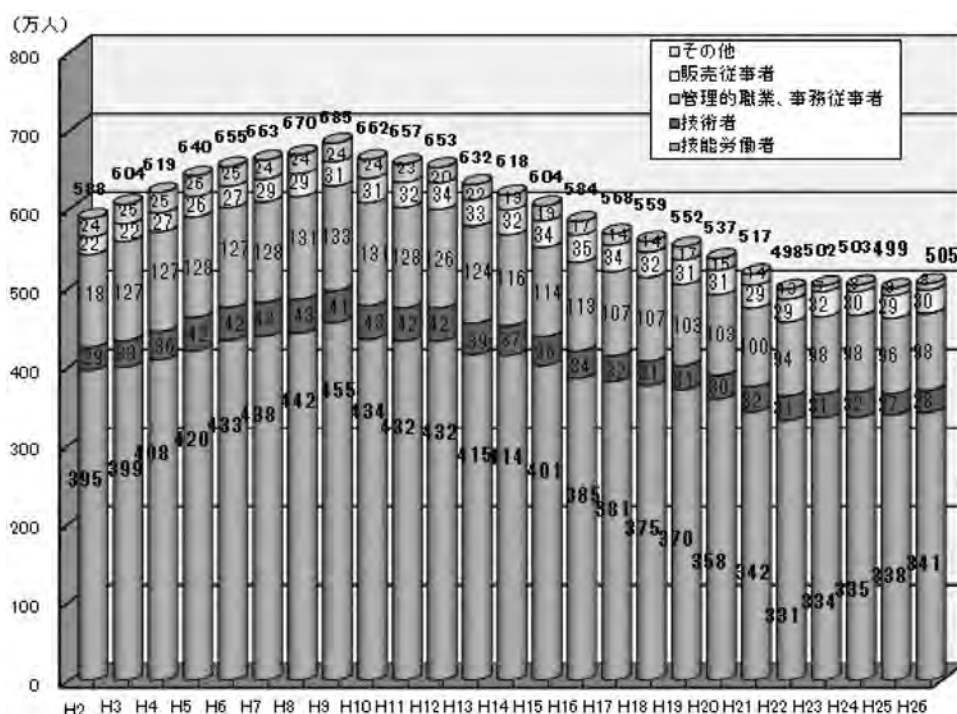
7. 建設業就業者数の推移

建設業就業者数は、バブル後の不況下でも一貫して増加を続け、結果的にわが国の雇用の安定に寄与してきたが、平成9年の685万人をピークとしてその後は減少が続いてきた。

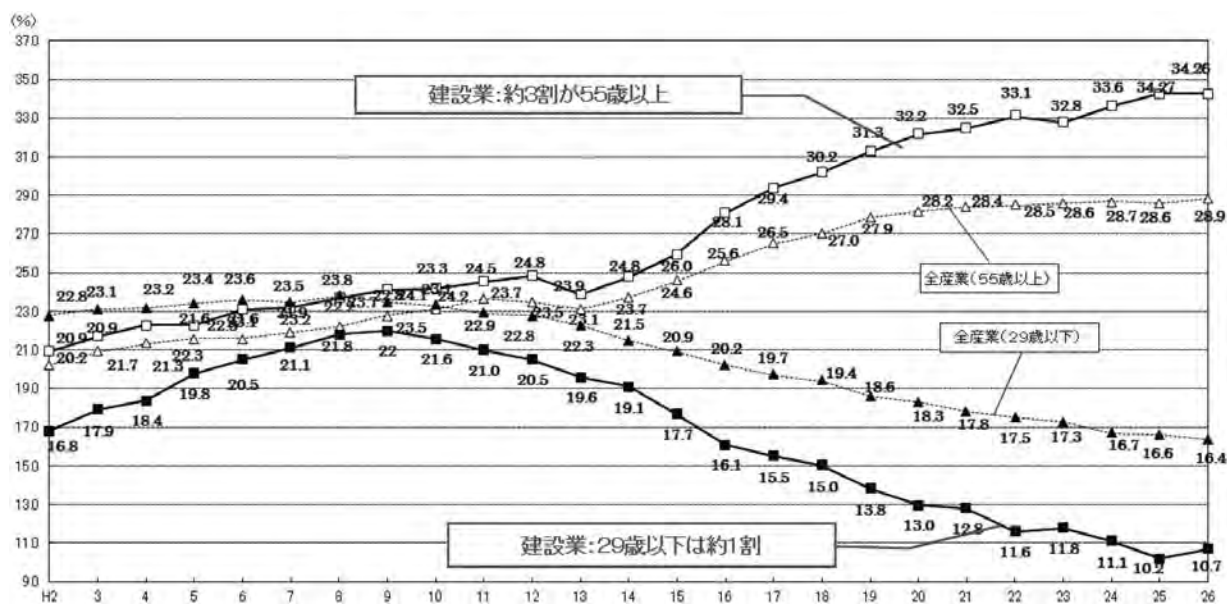
しかし、平成27年の技術者や事務系を含めた建設業就業者数は5,050,000人となり、前年の4,990,000人より60,000人（1.2%増）の増加となった。また、建設業に従事する技能労働者数も3,410,000

人で、前年の3,380,000人と比べ30,000人（0.9%）の増加となり、4年連続の増加となった。図－7に建設業就業者数の推移を示す。

また、建設業の就業者を年齢層別にみると、技能労働者数は平成9年の455万人をピークに減少し続けてきたが、平成23年より増加に転じ、平成24年は335万人、平成25年には338万人となった。平成26年の建設業就業者数の年齢層は、55歳以上の割合が34.1%と横ばいで推移する一方、29歳以下の割合は前年より0.5%増の10.7%となった。図－8に建設業就業者数の年齢層の推移を示す。



図－7 建設業就業者数の推移（出展：総務省「労働力調査」を基に国土交通省で算出）



図－8 建設業就業者の年齢層の推移（出展：総務省「労働力調査」を基に国土交通省で算出）

8. おわりに

建設産業では、今後、高齢化等により技能労働者が大量に離職することが見込まれ、将来にわたる社会資本の品質確保と適切な機能維持を図るためには、建設業の将来を担う若者の入職・定着を促し、人材を確保していくことが最重要課題となっている。特に、5年後の東京オリンピック・パラリンピックの開催、東日本大震災からの

復興工事、東日本豪雨によって決壊した鬼怒川等の水害からの復旧・復興工事、社会資本の老朽化対策など、建設需要が高まっているところである。

このため、産学官が一体となり、早急な人材確保対策を複層的に講じて技能労働者の確保・育成等を具体的に進めることが必要である。

「建設機械施工ハンドブック」改訂4版

建設機械及び施工の基礎知識、最新の技術動向、排出ガス規制・地球温暖化とその対応、情報化施工などを、最新情報も織り込み収録。

建設機械を用いた施工現場における監理・主任技術者、監督、世話役、オペレータなどの現場技術者、建設機械メーカー、輸入商社、リース・レンタル業、サービス業などの建設機械技術者や、大学・高等専門学校・高等学校において建設機械と施工法を勉強する学生などに必携です。

建設機械施工技術の修得、また1・2級建設機械施工技士などの国家資格取得のためにも大変有効です。

[構成]

1. 概要
2. 土木工学一般
3. 建設機械一般

4. 安全対策・環境保全
5. 関係法令
6. トラクタ系機械
7. ショベル系機械
8. 運搬機械
9. 基礎工事機械
10. モータグレーダ
11. 締固め機械
12. 舗装機械

●A4判／825ページ

●定 価

一般：6,480円（本体6,000円）

会員：5,502円（本体5,095円）

※送料は一般・会員とも沖縄県以外は600円、沖縄県1,050円

●発行 平成23年4月20日

一般社団法人 日本建設機械施工協会

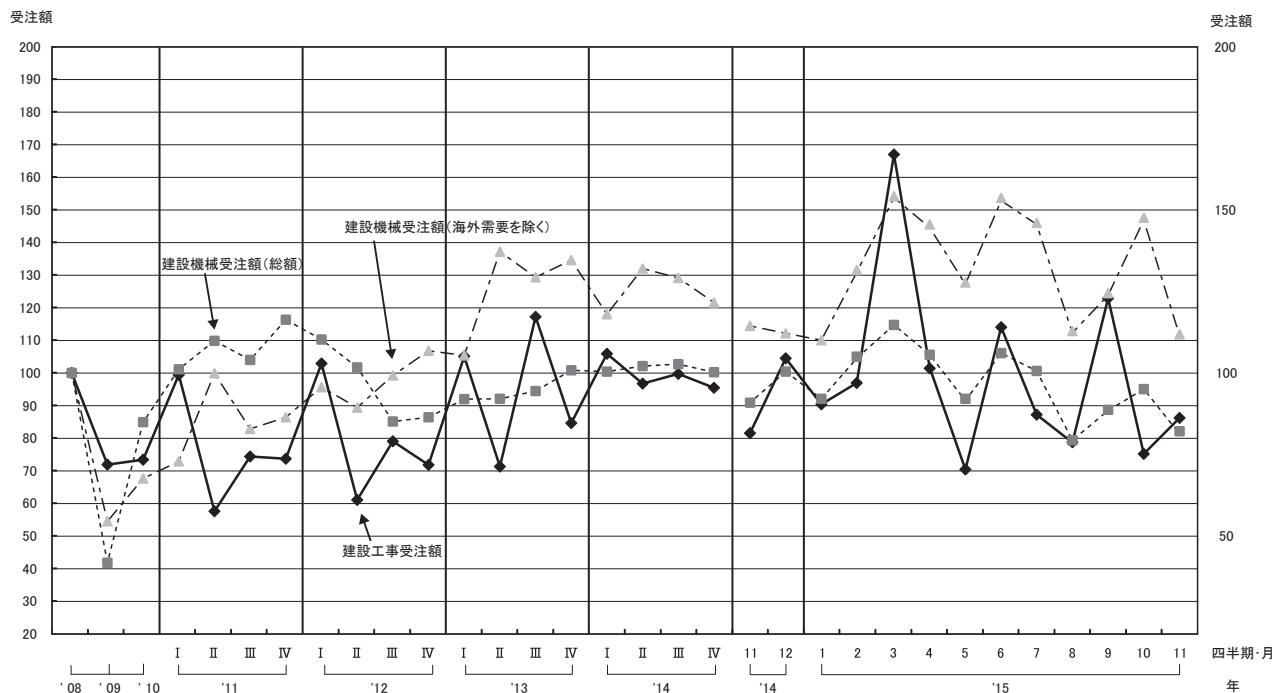
〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>

統計 機関誌編集委員会

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 2008年平均=100)
建設機械受注額：建設機械受注統計調査(建設機械企業数24前後) (指数基準 2008年平均=100)



建設工事受注動態統計調査(大手50社)

(単位：億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非製造業							
2008 年	140,056	98,847	22,950	75,897	25,285	5,741	10,184	98,836	41,220	128,683	142,289
2009 年	100,407	66,122	12,410	53,712	24,140	5,843	4,302	66,187	34,220	103,956	128,839
2010 年	102,466	69,436	11,355	58,182	22,101	5,472	5,459	71,057	31,408	107,613	106,112
2011 年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059
2012 年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	113,146	111,076
2013 年	132,378	89,133	14,681	74,453	31,155	4,660	7,127	90,614	41,463	129,076	120,941
2014 年	139,286	80,477	16,175	64,302	43,103	4,822	10,887	86,537	52,748	138,286	125,978
2014 年 11 月	9,504	6,319	1,225	5,095	2,449	385	350	6,602	2,902	139,657	10,204
12 月	12,199	7,249	1,334	5,915	3,290	386	1,274	8,117	4,082	138,286	14,320
2015 年 1 月	10,538	7,525	1,502	6,023	2,490	360	164	7,817	2,721	147,814	10,220
2 月	11,306	7,809	1,174	6,635	2,910	438	148	7,788	3,517	136,998	10,628
3 月	19,543	12,683	1,855	10,828	6,342	407	112	11,622	7,921	140,330	19,823
4 月	11,836	8,791	2,135	6,656	2,383	557	105	8,489	3,347	145,449	9,296
5 月	8,193	5,622	1,131	4,491	1,958	353	260	5,284	2,908	145,260	9,626
6 月	13,316	8,635	1,525	7,110	3,445	502	734	8,758	4,558	146,253	12,424
7 月	10,167	7,221	2,122	5,099	2,454	372	120	7,202	2,965	146,731	8,728
8 月	9,178	5,975	1,867	4,108	2,455	370	378	5,928	3,251	142,165	10,141
9 月	14,360	10,758	1,572	9,187	2,877	450	274	10,831	3,529	143,650	14,223
10 月	8,754	5,681	1,632	4,049	2,439	377	258	5,862	2,893	141,723	10,835
11 月	10,045	5,942	1,466	4,477	2,670	417	1,016	6,293	3,752	-	-

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	08年	09年	10年	11年	12年	13年	14年	14年 11月	12月	15年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
総 額	18,099	7,492	15,342	19,520	17,343	17,152	18,346	1,370	1,514	1,388	1,584	1,732	1,593	1,388	1,600	1,517	1,195	1,336	1,433	1,237
海 外 需 要	12,996	4,727	11,904	15,163	12,357	10,682	11,949	883	1,037	920	1,024	1,075	973	844	945	895	715	806	804	761
海外需要を除く	5,103	2,765	3,438	4,357	4,986	6,470	6,397	487	477	468	560	657	620	544	655	622	480	530	629	476

(注) 2008～2010年は年平均で、2011～2014年は四半期ごとの平均値で図示した。

2014年11月以降は月ごとの値を図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査

内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

行事一覽

(2015年12月1日～31日)

機械部会



■建築生産機械技術委員会 移動式クレーン分科会 WG

月 日：12月4日(金)

出席者：石倉武久委員長ほか6名

議 題：①各社の追加機種燃費測定状況について ②各クラス毎の作業燃費評価値(案)について ③JCMAS 燃料消費量試験方法(案)のまとめについて ※標準部より標準部へのJCMAS(案)提出は1月中旬までとの要望あり ④国交省の検討進捗状況について ⑤その他(先般テレビ放映のトップオブガテンの感想)

■平成27年度 第2回 機械部会・製造業部会 合同技術連絡会

月 日：12月7日(月)

出席者：大野俊弘部会長ほか32名

議 題：①機械部会・製造業部会の平成27年度上半期の事業報告について ②国土交通省 公共事業企画調整課に関する最近の話題について ③移動式破碎施設の廃棄物処理法における設置認可とその種類と構造について ④アスファルトプラントの変遷について(中間報告)について ⑤電動技術によるハイブリッドホイールローダの開発について ⑥ISO関係の最近の動きについて ⑦意見交換その他

■コンクリート機械技術委員会

月 日：12月10日(木)

出席者：大村高慶委員長ほか7名

議 題：①前回(10/15)委員会の議事録内容の確認 ②ISO/TC195/SC1の国際会議の報告について ③ISOトラックミキサの用語と仕様の審議について ④12/7開催の機械部会・製造業部会合同技術連絡会の報告 ⑤その他

■トンネル機械技術委員会 建設生産システムの変革分科会

月 日：12月11日(金)

出席者：橘伸一分科会長ほか10名

議 題：①山岳 TN の「大断面」「大深度」「長距離」について標準技術と要求される技術のキーワード一覧表の説明 ②作成した比較表の説明 ③12/7に開催の機械部会・製造業部会合同技術連絡会の報告 ④その他

■基礎工用機械技術委員会

月 日：12月17日(木)

参加者：山下高俊委員長ほか14名

議 題：①基礎工用機械の分類とそのアタッチメントの委員長整理(案)について ②下期活動計画の大深度(市街地)立坑の施工技術調査の進め方について ③その他・バイプロハンマ(振動杭打抜き機)用クレーンの選定基準の見直し検討について・都下水永田町シールド用アーバンリング立坑工事の見学について

■基礎工用機械技術委員会 現場見学会

月 日：12月17日(木)

参加者：山下高俊委員長ほか15名

工事名：一級河川矢上川地下調節池中間立坑本体工事

場 所：神奈川県川崎市高津区久木地内
施工者：大林・西松・大本特定建設共同企業体

内 容：ニューマチックケーソン工法

■トラクタ技術委員会

月 日：12月18日(金)

出席者：高松伸匡委員長ほか5名

議 題：①各社のトビックス ②12/7開催の機械部・製造業部会 合同技術連絡会の報告について ③経産省 省エネ建機導入補助事業の燃料計算についての過去の経緯確認 ④建設車両用タイヤの選定・仕様・整備・基準の改定進捗状況について ⑤国土交通省のi-Construction(建設の生産性向上)の動きについて ⑥その他

■原動機技術委員会開催

月 日：12月18日(金)

出席者：六本木明人委員長ほか19名

議 題：①前回(10/23)議事録の確認について ②オフロード法2014年排出ガス規制の各実施要領等についての情報交換 ③海外排出ガス規制の動向についての情報交換 ④12月7日開催の機械部会・製造業部会 合同技術連絡会の報告(事務局) ⑤11/17開催の2015年度ディーゼル・省エネ環境セミナーの報告 ⑥国土交通省のi-Construction(建設の生産性向上)の動きについて ⑦日本建設業連合会「建設業におけるバイオディーゼル燃料利用ガイドライン」について ⑧その他生産性向上の動きについて ⑨その他

建設業部会



■三役会

月 日：12月17日(木)

出席者：鈴木嘉昌部会長ほか4名

議 題：①各 WG 報告 ②冬季現場見学会申込状況 ③平成28年2月開催予定若手現場見学会の大阪府中野島現場の確認 ④その他(冬季現場見学会について等)

■クレーン安全情報 WG

月 日：12月22日(火)

出席者：久保隆道主査ほか10名

議 題：①9/30建設業部会報告について ②移動式・定置式クレーン事故情報の共有 ③クローラ転倒事故事例の安全情報 WG としての取組みについて STEP1・2：タワーフロント倒壊事故広報の仕方について ④協会 HP への事故事例掲載について ⑤その他

レンタル業部会



■レンタル業部会

月 日：12月3日(木)

出席者：隼直毅部会長ほか14名

議 題：①分科会活動成果の報告 ②現場見学会、合同部会等のあり方などについて ③各社の取組事項、部会員共通の問題、課題について ④その他

■コンプライアンス分科会

月 日：12月8日(火)

出席者：阿部弘二幹事長代理ほか6名

議 題：①討議成果の HP アップロードについて ②新規検討業務について ③その他

各種委員会等



■機関誌編集委員会

月 日：12月2日(水)

出席者：田中康順委員長ほか18名

議 題：①平成28年3月号(第793号)の計画の審議・検討 ②平成28年4月号(第794号)の素案の審議・検討 ③平成28年5月号(第795号)の編集方針の審議・検討 ④平成27年12～平成28年2月号(第790～792号)の進捗状況の報告・確認

■建設経済調査分科会

月 日：12月15日(火)

出席者：山至孝分科会長ほか2名

議 題：①平成27建設業の業況 ②平成27建設機械市場の現状 ③その他(RICE 報告書の活用について)

■新工法調査分科会

月 日: 12月16日(水)

出席者: 高橋浩史分科会長ほか3名

議 題: ①新工法情報の持ち寄り検討

②新工法紹介データまとめ ③その他

■新機種調査分科会

月 日: 12月22日(火)

出席者: 江本平分科会長ほか3名

議 題: ①新機種情報の持ち寄り検討

②新機種紹介データまとめ ③その他

支部行事一覧

北海道支部



■北海道支部親睦会

月 日: 12月4日(金)

場 所: センチュリーロイヤルホテル

出席者: 熊谷勝弘支部長ほか73名

■平成27年度第3回除雪機械技術講習会の打合せ

月 日: 12月10日(木)

場 所: 北海道支部会議室

出席者: 伊藤正樹技術委員会委員長ほか9名

議 題: ①平成27年度実施結果 ②平成28年度実施計画

■情報化施工推進連絡会 第1回事務局会議

月 日: 12月24日(木)

場 所: 北海道支部会議室

出席者: 堅田豊事務局長代理ほか9名

議 題: ①情報化施工の取り組み状況

②アイコンストラクション ③情報化施工データベースの更新 ④事務局体制 ⑤推進連絡会の開催

東北支部



■情報化施工技術委員会(施工部会)

月 日: 12月7日(月)

場 所: 東北地方整備局 会議室

出席者: 鈴木勇治委員長, 山尾昭施工企画課長ほか5名

内 容: ①平成28年度のセミナーについて ②トップセミナーの進め方について

■企画部会

月 日: 12月7日(月)

場 所: 東北支部 事務局会議室

出席者: 阿部新治企画部会長ほか5名

議 題: 【第2回支部運営委員会について】①平成26年度上半期事業決算状況について ②平成27年度上半期事業決算状況について ③「ゆきみらい2016 in 盛岡」における除雪機械展示・

実演会について ④東北支部移転について ⑤第2回支部運営委員会について ⑥その他

■第2回支部運営委員会(企画部会)

月 日: 12月10日(木)

場 所: 仙台市 パレス宮城野

出席者: 高橋弘支部長ほか17名

議 題: ①平成27年度上半期事業報告について ②平成27年度上半期事業決算状況について ③「ゆきみらい2016 in 盛岡」における除雪機械展示・実演会について ④東北支部移転について ⑤その他

■ゆきみらい2016 in 盛岡 除雪機械展示・実演会 出展者会議(施工部会)

月 日: 12月15日(火)

場 所: 盛岡市 アイーナ(いわて県民情報交流センター)

出席者: 水口辰夫本部企画部長ほか25名

内 容: ①除雪機械展示・実演会場 展示会場確認 ②「ゆきみらい2016 in 盛岡」基本計画について ③除雪機械展示・実演会計画について ④注意事項等 ⑤質疑・その他

■平成27年度 土木機械設備関係意見交換会(技術部会)

月 日: 12月16日(水)

場 所: 仙台市 ハーネル仙台

出席者: 東北地方整備局 鈴木研司企画部長ほか5名, JCMA 会員22名・事務局2名, APS 会員14名・事務局3名 全47名

内 容: ①技術者の資格要件について ②若手技術者の育成について ③設計変更等の対応について ④新たな発注方式について

■ゆきみらい2016 in 盛岡 担当部会議(施工部会)

月 日: 12月22日(火)

場 所: 盛岡市 盛岡市役所別館

出席者: 東北地方整備局 地本敏雄技術企画官ほか15名

内 容: ①全体スケジュール ②予算状況(中間精査) ③各イベント準備の進捗状況について ④広報関係, 交流会等について ⑤その他

北陸支部



■「けんせつフェア北陸 in 金沢2015」第3回実行委員会・幹事会合同会議

月 日: 12月14日(月)

場 所: 北陸地方整備局会議室

出席者: 丸山暉彦委員(北陸支部長)(宮村事務局代理出席), 上杉修二幹事

(広報委員長)

議 題: ①実施報告について ②収支報告について ③次回開催について

■新技術評価会議

月 日: 12月17日(木)

場 所: 北陸地方整備局会議室

出席者: 藤田明施工技術部会長(新技術評価会議委員)

内 容: 新技術活用効果評価

中部支部



■情報化施工ガイドブック作成実行委員会

月 日: 12月10日(木)

出席者: 青木部会長ほか6名

議 題: 高校生向け情報化施工参考書「情報化施工技術基礎」の打合せ

■ミニショベル贈呈式

月 日: 12月18日(金)

場 所: 名古屋大学

出席者: 服部真タプロゴルファー, 松尾清一名古屋大学総長, 田中賢一キャタピラー・ジャパン(株)営業支援部 CRM グループマネージャー, 永江事務局長ほか関係者15名

内 容: 名古屋出身の服部真タプロゴルファーがCAT Ladies 優勝副賞ミニショベルを名古屋大学に寄付

■公共工事(道路清掃関係)の諸課題に關する意見交換会

月 日: 12月24日(木)

場 所: ウィル愛知3階会議室1

出席者: 中部地方整備局 道路部道路管理課長 西村栄司, 企画部施工企画課長 下村卓ほか4名, 中部支部及び(一社)日本道路清掃技術協会, 企画部会長三宅豊ほか関係者等15名

内 容: 道路清掃業務に関する諸課題等の意見交換

■情報化施工出前授業

月 日: 12月25日(金)

場 所: 名城大学

講 師: (株)ニコン・トリンブル 鈴木勇治氏

受講者: 約100名

関西支部



■建設業・リース・レンタル業合同幹事会

月 日: 12月8日(火)

場 所: 関西支部 会議室

内 容: 合同討論会の開催について

■平成26年度施工技術報告会第4回幹事会

月 日: 12月16日(水)

場 所: 関西支部 会議室

出席者：松本克英事務局長以下5名
 内 容：①発表原稿及び査読担当 ②講演依頼及び論文送付状 ③会告文
 ④まえがき ⑤当日役割分担 ⑥今後のスケジュール

■広報部会

月 日：12月18日（金）
 場 所：関西支部 会議室
 出席者：河村謙輔広報部会長以下5名
 内 容：「JCMA 関西」第108号の発刊について

中 国 支 部

■情報化施工技術研究会（第5回）

月 日：12月1日（火）
 場 所：広島YMCA 会議室
 出席者：齋藤実施工技術部会長ほか27名
 議 題：【講話】情報化施工の最近の話
 題…中国地方整備局 企画部機械施工管理官 錦織豊氏 【事例紹介】①情報化施工を取り込んだ施工経験等及び今後の施工上の課題、問題点の紹介
 ②会員企業からの情報提供 A 土木工事に於ける情報化施工の施工実態について、大福工業㈱ B 舗装工事に於ける情報化施工の施工実態について…前田道路㈱

■中国地方整備局と（一社）日本建設機械施工協会中国支部との意見交換会

月 日：12月7日（月）
 場 所：メルパルク広島会議室
 出席者：野田勝中国地方整備局企画部長、河原能久中国支部長ほか22名
 議 題：【公共工事の品質の確保について】①情報化施工に関する事項 ②入札契約手続きに関する事項 ③工事施工に関する課題 ④機械設備工事（業務）に関する諸課題について 【その他の事項】①建設機械リースレンタルに関する課題について

四 国 支 部

■防災協定関連「四国広域道路啓開計画説明会」

月 日：12月11日（金）
 場 所：高松サンポート合同庁舎702会議室（高松市）
 参加者：岩澤委式事務局長ほか協定締結5団体から12名、事務局（整備局）から7名、計20名（うち、JCMAからは3名）
 内 容：①四国道路啓開等協議会構成機関について ②緊急輸送ルートと進出ルートについて ③四国内の各種防災拠点について ④進出ルート（案）について ⑤啓開業者割り付け（案）に

ついて ⑥道路啓開の基本方針と実施方法について ⑦関係機関間の連携、並びに情報収集と発信について

九 州 支 部

■九州地方整備局との意見交換会

月 日：12月3日（木）
 出席者：江崎哲郎支部長ほか17名
 議 題：①国土交通省の情報化施工への取組み ②情報化施工推進の環境と課題

■企画委員会

月 日：12月9日（水）
 出席者：久保田正春企画委員長ほか10名
 議 題：①施工技術検定試験実施結果について ②建設行政講演会について ③整備局との意見交換会について ④その他

■建設行政講演会

月 日：12月16日（水）
 出席者：江崎哲郎支部長ほか106名
 議 題：①河川行政の現状…九州地方整備局 森川幹夫河川部長 ②道路行政の現状…九州地方整備局 土井弘次道路部長 ③国土交通行政における最近の話題…九州地方整備局 小平卓企画部長

編集後記

今月号は『自然再生、自然景観』特集号です。建設業は、自然に対して人工的な構造物をつくり、人々の生活の安全性や利便性を高めるというイメージが一般的だと思います。

その一方で、工事で発生する環境への負荷低減や、自然の再生、良好な景観の維持などにも積極的に取り組んできました。最近では、環境負荷の低減だけではなく、自然本来の多様性が持つ能力を活用するための新しい取り組みも始まっています。今月号ではこのような新しい取り組みについても紹介させていただいております。

巻頭言は、九州大学の島谷幸宏教授に、「自然再生の今後の展望」を執筆していただきました。

行政情報では、環境省自然環境計画課から「生物多様性条約における民間参画への取組と期待」、一般財団法人日本緑化センター緑化事業部から「『自然再生土』資格制度と生

物多様性の保全推進」について、それぞれ執筆していただきました。

技術報文では、生物の保護再生への取り組みや、生物多様性の評価方法、公園の自然再生への取り組み、森林除染、文化財への景観復元への取り組みなど、幅広い分野からの報文を紹介しております。また、交流の広場では、リチウムイオン電池に蓄えられた電池によって推進する「急速充電対応型電池推進船の開発」について紹介しています。いずれも大変興味深い内容となっておりますので、ぜひご一読いただきたいと思います。

自然が持つ多様な機能を活用し、豊かで安全な国土を形成すること、は、建設業に関わる私たちにとっても大きなテーマであると思います。今回掲載した報文が、少しでも皆様の御参考になれば幸いです。最後になりましたが、ご多忙中にもかかわらず、快くご執筆を引き受けていただいた執筆者の方々に心から感謝いたしますとともに厚く御礼申し上げます。(久保、齋藤)

機関誌編集委員会

編集顧問

今岡 亮司	加納研之助
後藤 勇	佐野 正道
新開 節治	関 克己
高田 邦彦	田中 康之
塚原 重美	中岡 智信
中島 英輔	本田 宜史
渡邊 和夫	

編集委員長

田中 康順	鹿島道路(株)
-------	---------

編集委員

新田 恭士	国土交通省
大槻 崇	国土交通省
三浦 弘喜	農林水産省
早矢仕 明	(独)鉄道・運輸機構
加藤 誠	鹿島建設(株)
立石 洋二	大成建設(株)
岩野 健	清水建設(株)
赤井 亮太	(株)大林組
久保 隆道	(株)竹中工務店
安川 良博	(株)熊谷組
中村 優一	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
岡田 英明	五洋建設(株)
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
相田 尚	(株)NIPPO
岡本 直樹	山崎建設(株)
太田 順子	コマツ
大塚 清伸	キャタピラー・ジャパン(株)
小倉 弘	日立建機(株)
上田 哲司	コベルコ建機(株)
石倉 武久	住友建機(株)
原 幹生	(株)KCM
江本 平	範多機械(株)
太田 正志	施工技術総合研究所

事務局

日本建設機械施工協会

3月号「ライフライン、インフラ特集」予告

- ・電力設備の自然災害対策
- ・砂防堰堤を活用した小水力発電事業への民間事業者としての取り組み
- ・多摩地区の送水管ネットワーク構築
- ・中突堤ポンプ場放流渠築造工事
- ・下水道管路調査診断システム
- ・阪神高速道路における更新事業
- ・東海道新幹線大規模改修工事の構造物毎の施工事例
- ・供用中の鉄道トンネルに対する補強工事
- ・長安口ダム改造事業
- ・栈橋上部工点検用 ROV の研究開発
- ・世界標準型の LNG 輸送船受入栈橋前面の増深工事

【年間購読ご希望の方】

①お近くの書店でのお申込み・お取り寄せ可能です。②協会本部へお申し込みの場合「図書購入申込書」に以下事項をもれなく記入のうえ FAX にて協会本部へお申込み下さい。

…官公庁／会社名、所属部課名、担当者氏名、住所、TEL および FAX

年間購読料 (12 冊) 9,252 円 (税・送料込)

建設機械施工

第 68 巻第 2 号 (2016 年 2 月号) (通巻 792 号)

Vol. 68 No. 2 February 2016

2016 (平成 28) 年 2 月 20 日印刷

2016 (平成 28) 年 2 月 25 日発行 (毎月 1 回 25 日発行)

編集兼発行人 辻 靖 三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 本部 一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3 丁目 5 番 8 号 機械振興会館内

電話 (03) 3433-1501; Fax (03) 3432-0289; <http://www.jcmanet.or.jp/>

施工技術総合研究所 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154

電話 (0545) 35-0212

北海道支 部 〒060-0003 札幌市中央区北 3 条西 2-8

電話 (011) 231-4428

東北支 部 〒980-0802 仙台市青葉区二丁目 16-1

電話 (022) 222-3915

北陸支 部 〒950-0965 新潟市中央区新光町 6-1

電話 (025) 280-0128

中部支 部 〒460-0002 名古屋市中区丸の内 3-17-10

電話 (052) 962-2394

関西支 部 〒540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4

電話 (06) 6941-8845

中国支 部 〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22

電話 (082) 221-6841

四国支 部 〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22

電話 (087) 821-8074

九州支 部 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 2-4-30

電話 (092) 436-3322

本誌上への
広告は



有限会社 サンタナ アートワークスまでお申し込み、お問い合わせ下さい。

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町 2-21-5 井手口ビル 4F TEL: 03-3664-0118 FAX: 03-3664-0138

E-mail: san-mich@zam.att.ne.jp 担当: 田中

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他 産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。
日本国内 自社自力生産・直接修理を实践中！

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機 フルラインアップ!!

ケーブルレス サテレタ リンカー 離操作

Nシリーズ 微弱電波
Rシリーズ 産業用ラジコンバンド
Uシリーズ 429MHz帯 特定小電力
Gシリーズ 1.2GHz帯 特定小電力
ボーバ 防爆形無線機

- ◆ 業界随一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応！
- ◆ 常に！業界一のコストパフォーマンス！
- ◆ 迅速なメンテナンス体制！
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい！
代々互換性を継承、補修の永続制

新 スリムケーブルレス より安価なオーダー対応を実現！

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押しスイッチ
装着可能

自由度の高い
多様なオーダー対応

ボタン配置自在/最大32点

自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを
装着可能

モデルチェンジ！
内部設計を一新

全ての
互換を優先
しました

優れた
耐塵・防雨性能

送信機はIP65相当

パネルゴム突起で
操作クリック感が
向上

8操作標準型
RC-5808N

●8操作8リレー

●軽量コンパクト
受信機

セットで
15万円

(税別価格)

12操作標準型
RC-5812N

●12操作12リレー

●照明出力リレーの
保持を標準採用

セットで
17万円

(税別価格)

16ボタン
モデル

16操作標準型
RC-5816N

●16操作16リレー

●同じ外形で
16個のボタンを
コンパクトに配置

マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ

標準型
RC-6016N

●16操作16リレー

最大25リレーまで
対応可能

セットで
20万円

(税別価格)

防爆形 対応可能 (N/Uシリーズ)



微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

標準型
RC-8616N

●16操作16リレー

最大32リレーまで
対応可能

セットで
22万円

(税別価格)

モデルチェンジ！ 内部設計を一新!!
全ての互換を優先しました。

N/U/Gシリーズ

頑強 ケーブルレス

堅牢なボディ
耐衝撃性能が向上

優れた
耐塵・防雨性能

送信機はIP65相当

ハンディなのに
特殊スイッチを
装着可能

特殊スイッチ

自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを
装着可能

裏面
スイッチ

オーダー対応例

防爆形はTX-8400型送信機で対応 (Nシリーズのみ)

マイティ サテレタ

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

3ノッチジョイスティック型
RC-7132N

セットで
90万円

(税別価格)

全押しボタン
RC-7126N

セットで
45万円

(税別価格)

防爆形 対応可能 (Nシリーズのみ)

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

操作信号数 最大32点
(またはプロボ最大6項目と入出力信号26点以下)

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

旧アンリツ製 デジタルテレコン
入替専用モデル

新型ジョイスティック

3ノッチ
ジョイスティック型
RC-7233UAN

スイッチガード付き押しボタン

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

操作信号数 最大32点
(またはプロボ最大6項目と入出力信号26点以下)

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

操作信号数 最大32点
(またはプロボ最大6項目と入出力信号26点以下)

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

チップケーブルレス Nシリーズ

微弱電波モデル
対応

標準型
RC-3208N

●8操作
8リレー

セットで
12万円

(税別価格)

片手で握り替えずに
正逆操作が行えます!

チップ部品採用で
ポケットサイズ化

トコト機能を絞って
コストダウン

アルカリ乾電池なら
連続使用60時間以上

高い防水性能
送信機はIP65

ボタン部の突起
ボタン間の仕切 一体型の
シリコンカバーで
操作性が向上

ボタン部の突起
ボタン間の仕切 一体型の
シリコンカバーで
操作性が向上

ボタン部の突起
ボタン間の仕切 一体型の
シリコンカバーで
操作性が向上

ボタン部の突起
ボタン間の仕切 一体型の
シリコンカバーで
操作性が向上

ボタン部の突起
ボタン間の仕切 一体型の
シリコンカバーで
操作性が向上

ボタン部の突起
ボタン間の仕切 一体型の
シリコンカバーで
操作性が向上

ボタン部の突起
ボタン間の仕切 一体型の
シリコンカバーで
操作性が向上

ボタン部の突起
ボタン間の仕切 一体型の
シリコンカバーで
操作性が向上

ボタン部の突起
ボタン間の仕切 一体型の
シリコンカバーで
操作性が向上

HITACHI

Reliable solutions

「TRIAS」が実現した、
低燃費と作業性の両立。



ZX200-5B

ZAXIS

Empower your Vision.

ZX200-5Bは、3ポンプ3バルブ方式の省エネ油圧システムTRIAS（トライアス）を搭載。ポンプとバルブを増やしたことにより、大容量でありながら細やかな出力調整が可能となり、作業性と低燃費の両立を実現しました。さらに、耐久性、環境性能、安全性にも磨きをかけた、時代をリードするショベルです。



燃料消費量
(対ZX200-3 Pモード比)
PWRモード17%低減
ECOモード25%低減



日立建機株式会社

<http://www.hitachi-kenki.co.jp/>



吸塵式乾式カッター

MCD-RY14

NETIS No.TH-150001



Mr.LIGHT 2

MLP-1212A



高周波バイブレーター

FX-40/FU-162

未来へ伸びる、三笠の技術。



転圧センサー

バイブロコンパクター

MVH-308DSC-PAS

NETIS No.TH-120015



防音型

タンピングランマー

MT-55L-SGK

NETIS No.TH-100005



低騒音型

プレートコンパクター

MVC-F40S

NETIS No.TH-100006



低騒音型

バイブレーションローラー

MRH-601DS

低騒音指定番号5097

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社 / 〒101-0064 東京都千代田区猿樂町1-4-3 TEL: 03-3292-1411 (代)

大阪支店 TEL: 06-6541-9631
 札幌営業所 TEL: 011-892-6920
 仙台営業所 TEL: 022-238-1521
 新潟出張所 TEL: 090-4066-0661

北関東営業所 TEL: 0276-74-6452
 長野出張所 TEL: 080-1013-9542
 中部営業所 TEL: 052-451-7191
 金沢出張所 TEL: 080-1013-9374

中国営業所 TEL: 082-875-8561
 四国出張所 TEL: 087-868-5111
 九州営業所 TEL: 092-431-5523
 南九州出張所 TEL: 080-1013-9558

沖縄出張所 TEL: 080-1013-9328

建設機械施工

広告掲載のご案内

月刊誌 建設機械施工では、建設機械や建設施工に関する論文や最近の技術情報・資料をはじめ、道路、河川、ダム、鉄道、建築等の最新建設報告等を好評掲載しています。

■職業別 購読者

建設機械施工／建設機械メーカー／商社／官公庁・学校／サービス会社／研究機関／電力・機械 等

■掲載広告種目

穿孔機械／運搬機械／工事用機械／クレーン／締固機械／舗装機械／切削機／原動機／空気圧縮機／積込機械／骨材機械／計測機／コンクリート機械 等

広告掲載・広告原稿 デザイン — お問い合わせ・お申し込み

サンタナアートワークス

広告営業部：田中 san-mich@zam.att.ne.jp

TEL:03-3664-0118 FAX:03-3664-0138

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F

建設機械施工 カタログ資料請求票

本誌に掲載されている広告のお問い合わせ、資料の請求はこの用紙を利用し、ファクシミリなどでお送りください。

※カタログ／資料はメーカーから直送いたします。 ※カタログ送付は原則的に勤務先にお送りいたします。

お 名 前： 所 属：

会社名(校名)：

資料送付先：

電 話： F A X：

E-mail：

	広告掲載号	メーカー名	製品名
①	月号		
②	月号		
③	月号		
④	月号		
⑤	月号		

FAX 送信先：サンタナアートワークス 建設機械施工係 FAX:03-3664-0138

確かな技術で世界を結ぶ

Attachment Specialists

任意の高さに停止可能

パラレルリンクキャブ



パラレルリンクキャブ仕様車

車の解体・分別処理を大幅にスピードアップ

自動車解体機



自動車解体機

ワイドな作業範囲で効率の良い荷役作業

スクラップハンドラ



スクラップハンドラ仕様車

スクラップ処理で高い作業効率を発揮

リフティングマグネット



リフティングマグネット仕様車

船舶・プラント・鉄骨物解体に威力を発揮する

サーベルシア



MSD4500R

丸太や抜根を楽々切断する

ウッドシア



MWS700R (油圧全旋回式)



マルマテクニカ株式会社

■ 名古屋事業所

愛知県小牧市小針2-18 〒485-0037
電話 0568(77)3312
FAX 0568(77)3719

■ 本社・相模原事業所

神奈川県相模原市南区大野台6丁目2番1号 〒252-0031
電話 042(751)3800
FAX 042(756)4389

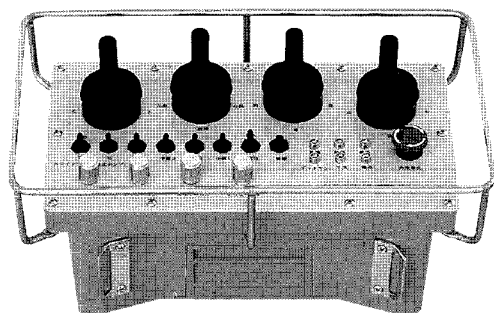
■ 東京工場

東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号 〒156-0054
電話 03(3429)2141
FAX 03(3420)3336

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

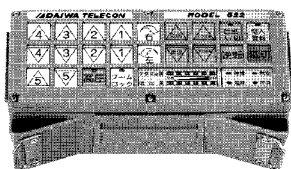
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

- スイッチ・ジョイスティック・その他、混在装備で最大操作数驚異の**96CH**。
- コンパクトな指令機に業界最大**36**個の押しボタンスイッチ装着可能。
- 受令機の出力はオープンコレクタ（標準）リレー・電圧（比例制御）又は**油圧バルブ出力仕様**も可能。
- 充電は急速充電方式（一△V検出+オーバータイム付き）
- その他、特注品もお受けいたします。お気軽にご相談ください。

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

本社工場 〒474-0071 愛知県大府市梶田町 1-171
TEL 0562-47-2167（直通） FAX 0562-45-0005
ホームページ <http://www.daiwakiko.co.jp/>
e-mail mgclub@daiwakiko.co.jp
営業所 東京、大阪、他

「もう、こんな時間」を、
「まだ、こんな時間」に変えませんか？

まかせてください！



お気軽に
ご相談ください。

NPC communication
power

会社案内・カタログ・社史・社内報・マニュアル・電子書籍

などの制作で、お困りのご担当者様はいらっしゃいませんか。ご担当

者様のお仕事は多岐にわたり、何かとご多忙のこととお察しいたします。

そんな方には、ぜひNPC日本印刷をご紹介ください。私たちがご提供できるサービスは、版下づくり、印刷・製本ばかりではありません。膨大な資料の整理、講演のテープ起こし、インタビューをもとにした原稿づくりほか、企画から仕上げまで、トータルにお手伝いさせていただいております。もちろん、コストダウンに関するご提案も承ります。どうぞ、お気軽にお声をおかけください。

月刊誌

会社案内
カタログ

社史

社内報

マニュアル

電子書籍

etc. ▶

企画、原稿づくりから
仕上げまで、トータルに
お手伝いします。

NPC 日本印刷株式会社 ☎ **(03)5911-8667** (担当:海坂)

〒170-0013 東京都豊島区東池袋4-41-24 東池袋センタービル
TEL: (03) 5911-8660(代) FAX: (03) 3971-1212

URL: <http://www.npc-tyo.co.jp/>

ダム工事用コンクリート運搬テルハ(クライミング機能付)

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

- 特長**
- コストパフォーマンスに優れる。
機械重量が比較的軽量で、構造がシンプルなので運搬能力に対して安価である。
 - 安全性に優れる
コンクリートバケットが堤体上空を横切らないので安全性に優れる。
 - 環境に優しい。
河床に設置されるので、ダム天端付近の掘削を少なくできる。
 - 大型機材の運搬も可能
専用吊り具で車両等の大型機材の運搬が可能。



吉永機械株式会社

〒130-0021 東京都墨田区緑4-4-3 TEL. 03-3634-5651
URL <http://www.yoshinaga.co.jp>



MIWA K-40N KIRUNA K-40N トンネルズリ運搬車

オフロード法
2014年

排出ガス基準
適合エンジン
搭載車



流れすみやかに! トランスポート・イノベーション ミワ・システム車両



三輪運輸工業株式会社

▶ 最新型コンテナ式運搬車

特徴

- 1 工期短縮
- 2 運搬車両台数の削減
- 3 坑内作業環境の向上
- 4 ズリ搬出制約の対応
- 5 多目的使用

<http://www.miwa-gr.co.jp> >>

本社: 〒651-0072 神戸市中央区脇浜町2-1-16
TEL: 078-251-5001 FAX: 078-251-4525

プロダクトカンパニー: 〒675-0155 兵庫県加古郡播磨町新島39
TEL: 079-435-5115 FAX: 079-435-1565



耐海水用水中ポンプシリーズ

港湾・護岸整備などの 海洋土木工事に対応

「耐海水特殊鋳鉄」「防食塗装」「流電陽極」の
組み合わせで、優れた「耐海水性能」を発揮！

新開発材質

羽根車へ新開発の『耐海水特殊鋳鉄』を採用。
モータシャフトを防食します。



電気防食が困難な
シャフトに防食効果を発揮

防食塗装

『ジंकリッチプライマ』と『変性エポキシ樹脂塗料』の
塗装により防食効果を高めます。

電気防食

長年の経験に基づく独自の防食設計により『流電陽極』を
適正配置。ポンプ本体を防食します。



流電陽極

幅広い用途に幅広いバリエーションでお応えします。

株式会社 鶴見製作所

大阪本店：〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40 TEL.(06)6911-2351 FAX.(06)6911-1800
東京本社：〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8 TEL.(03)3833-9765 FAX.(03)3835-8429

北海道支店：TEL.(011)787-8385
東北支店：TEL.(022)284-4107

東京支店：TEL.(03)3833-0331
北関東支店：TEL.(027)310-1122

中部支店：TEL.(052)481-8181
北陸支店：TEL.(076)268-2761

近畿支店：TEL.(06)6911-2311
中国支店：TEL.(082)923-5171

四国支店：TEL.(087)815-3535
九州支店：TEL.(092)452-5001

www.tsurumipump.co.jp

TOHTO

Stucchi

フラットフェース 漏れ無し油圧カップリング

土壌汚染防止 水質汚濁防止

建築物解体現場 震災復興現場

VEP シリーズ

高圧大容量

着脱ネジ込み式

残圧ありでの着脱可能

確実な接続

1/4～ 2 インチ

Max.600bar

ISO16028

シリーズ間で互換性有

A シリーズ

AX シリーズ SUS316

FIRG シリーズ

1/8～ 2 インチ

Max.420bar



PATENTED

PATENTED



世界の大手建設機械メーカーが環境対応型カップリングを採用
CAT, HITACHI, KOMATSU, HOLMATRO, MITSUBISHI, ABB,
SONSUB, JCB, JOHN DEER, FIAT, VOLVO, KOBELCO 他



TOHTO 株式会社
TOHTO HYDRAULICS CO., LTD.

ホームページ :

<http://www.tohto-hydraulics.co.jp>



本社 〒140-0013 東京都品川区南大井 6-20-8 マルイト大森第2ビル 9F
TEL 03(3768)2371(代) FAX 03(3768)2238
IP 050-3785-5916

メール : tohto@tohto-hydraulics.co.jp

大阪営業所 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 3-7-13 新大阪サセビルイースト 501
TEL 06(6304)7995 FAX.06(6304)3067
IP 050-3785-5920

メール : osaka@tohto-hydraulics.co.jp

御殿場事業所
(エンジニアリングセンター)

〒412-0048 御殿場市板妻大手 3-9
TEL 0550(89)1124 FAX.0550(89)1662
IP. 050-3785-5924

メール : gotenba@tohto-hydraulics.co.jp

福岡事務所

〒819-0052 福岡市西区下山門 1-21-10
TEL 092(891)9044(代) FAX.092(891)9045

www.denyo.co.jp

発電機・溶接機・コンプレッサは抜群の性能を誇るデンヨー製品で!



三相・単相同時出力機
DCA-60LSIE-D

国土交通省
新技術情報提供システム
NETIS
登録製品
自動アイドリングストップ機能付エンジン燃費改善装置
登録番号 KT-100112

GAW-190ES

国土交通省
新技術情報提供システム
NETIS
登録・公開製品
可変圧・可変容積エンジンコンプレッサー
登録番号 HR-110004

可変圧・可変容量型
DIS-200VPS-D
ドライエア仕様



●技術で明日を築く

デンヨー株式会社

本 社：〒103-8566 東京都中央区日本橋堀留町2-8-5
TEL:03(6861)1122 FAX:03(6861)1182
ホームページ：<http://www.denyo.co.jp/>

札幌営業所 011(862)1221
東北営業所 022(254)7311
信越営業所 025(268)0791
北関東営業所 027(360)4570
東京営業所 03(6861)1122

横浜営業所 045(774)0321
 静岡営業所 054(261)3259
 名古屋営業所 052(856)7222
 金沢営業所 076(269)1231
 大阪営業所 06(6448)7131

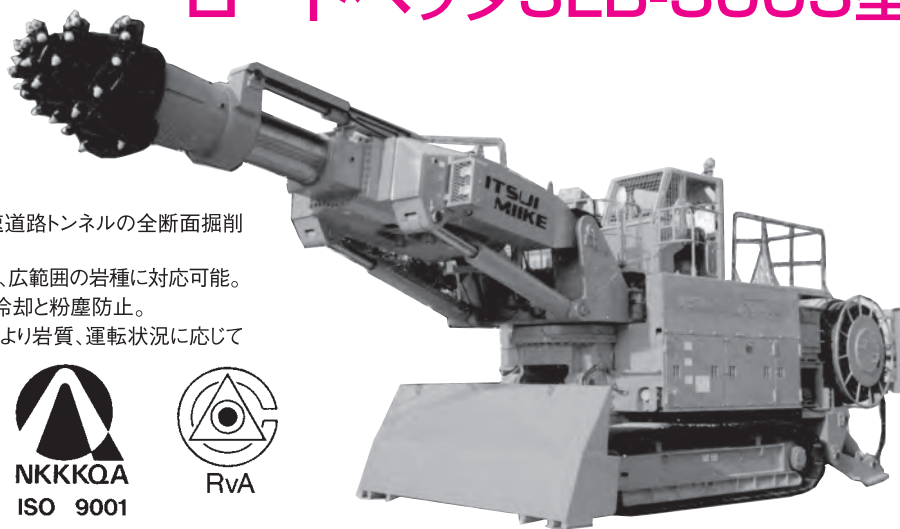
広島営業所 082(278)3350
 高松営業所 087(874)3301
 九州営業所 092(935)0700

安全・高能率な掘削を実現!

全断面对応中硬岩用トンネル掘進機 ロードヘッドSLB-300S型

特長

1. 最大8.8mの掘削高さで、新幹線、高速道路トンネルの全断面掘削が可能。
2. 300kW:2速切換型電動機の採用により、広範囲の岩種に対応可能。
3. ピック先端に高圧水を散水させ、ピック冷却と粉塵防止。
4. モード切換式パワーコントロール装置により岩質、運転状況に応じて作動設定の変更が可能。
5. 運転操作が優れ、全操作がリモートコントロールで運転可能。
6. ケーブルリール装置により、電源ケーブルの取扱いが容易で移動が迅速。



製造・販売・レンタル及びメンテナンス



株式会社 三井三池製作所

本店/〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号 三井ビル2号館
TEL.03-3270-2005 FAX.03-3245-0203

<http://www.mitsumiike.co.jp>

E-mail : sanki@mitsumiike.co.jp

Aliva

ローター式コンクリート吹付機

www.fuji-bussan.co.jp



- ▶ シンプル構造で操作や掃除は簡単!
- ▶ 耐火物からコンクリートまで幅広い材料に対応

AL-237

方 式：乾式
吐出量：0.4~4m³



AL-257

方 式：湿式/乾式
吐出量：1~9.6m³

- ▶ アフターフォローも安心



AL-264

方 式：湿式/乾式
吐出量：8.4~12.1m³

- AL237 / 257のレンタル1日から承ります。
- AL260 / 280 / 285の部品のご注文も弊社まで!
- ▶▶▶ まずはお問い合わせください。

AL-267

方 式：湿式/乾式
吐出量：4~21m³



総代理店



富士物産株式会社

お問合せ先

埼玉県さいたま市南区根岸5-17-5
TEL.048-861-2235 FAX.048-864-4002
E-mail : sales@fuji-bussan.co.jp

進化した、 本物の ハイブリッド。

2008年から発売を開始した
コマツハイブリッド油圧ショベルは、
国内で1,200台を超える実績を重ね、
確かな信頼を得ました。
さらなる進化を遂げて誕生した
コマツ第三世代ハイブリッドHB205-2は、
油圧ショベルのスタンダードとなります。



- 特定特殊自動車排出ガス2011年基準適合車
- 低炭素型建設機械
- 超低騒音型建設機械
- NETIS登録商品(登録番号KT-120070-A)



●燃料消費量

PC200-8N1 比 **30% 低減/時間**
PC200-10 比 **20% 低減/時間**

※ KOMTRAXの解析による平均作業パターン時。
実際の作業では、作業内容により上記以下に
なる場合があります。



KOMATSU

コマツ 国内販売本部

〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 <http://www.komatsu-kenki.co.jp>

