

Contents

14 12 10 08 06 04 02

外来魚のイシガイ科貝類グロキディウム幼生に対する影響
 多様化する猛禽類の営巣地監視システム
 あなたの里海は元気でですか？ 海の健康診断システム構築への取り組み
 シヤジクモ類の再生に向けた当社の取り組み
 環境的に持続可能な交通を目指して、自動車交通におけるCO₂排出量の削減
 大気中水銀の長距離輸送問題に対する国際的な取り組み
 地球温暖化を踏まえた積雪融雪現象予測モデルの開発



人と地球の未来のために

いであ株式会社

Column

化学物質の規制動向

2008年10月28日、欧州化学物質庁(ECHA)より、REACHの高懸念物質として、15物質が候補に挙げられました。EUへの輸出製品等で、これらの物質が0.1%以上含まれる場合には、輸出業者には公表義務等が課せられます。

REACHの高懸念物質

～15物質が候補に挙がる～

化学物質国際対応ネットワーク(化学物質関連産業と関係省庁が幹事となって2007年7月発足)のホームページ(http://www.chemical-net.info/svhc_h20.html)に、「平成20年6月30日に、EU加盟国から提出された欧州のREACH規則附属書XVに基づく高懸念物質(SVHC; Substance of Very High Concern)であると考えられる物質(16物質)が初めて公開され、意見募集に付された」との情報が毒性情報などとともに掲載されました。

その後、10月28日にECHAのホームページに、シクロデカンを除いた以下の15物質が高懸念候補物質として掲載されました。ヒ素化合物4物質、フタル酸エステル3種が目立ち、金属では有機スズ化合物とともにコバルトが掲載されました。

◇ECHAより発表の高懸念候補物質

- | | |
|--------------------|--------------------------------------|
| ①アントラセン | ⑨ヒ酸トリエチル |
| ②4,4'-ジアミノジフェニルメタン | ⑩塩化コバルト |
| ③フタル酸ジ-n-ブチル | ⑪ニクロム酸二ナトリウム・二水和物 |
| ④フタル酸ビス-2-エチルヘキシル | ⑫5-tert-ブチル-3,5-ジメチル-2,4,6-トリニトロベンゼン |
| ⑤フタル酸nブチル=ベンジル | ⑬ヘキサプロモシクロデカン |
| ⑥五酸化二ヒ素 | ⑭短鎖塩素化パラフィン類(C10-C13) |
| ⑦三酸化二ヒ素 | ⑮ビス(トリブチルスズ)オキサライド |
| ⑧ヒ酸水素鉛 | |

REACHについて、2008年に発表されているスケジュールによると、2008年11月末で1981年までに製造された既存化学物質の予備登録を終了し、その後、高懸念物質の候補リストを公表して、その候補物質に対して2011年5月末までに申告することとなっています。

EUへの製品等輸出事業者にとっては申告等の対象となるため、今後、この15物質以外にさらにどのような高懸念物質が候補リストに挙がるか注目されています。

PRTR法の指定物質改定

～n-ヘキサンが第一種指定化学物質に～

2008年11月18日の政令改正により、PRTR法の指定化学物質が変更になり、届出義務を負う指定業者に「医療業」が追加されました。

◇特定第一種指定化学物質

トキサレンが除外され、1,3-ブタジエン、鉛化合物、ホルムアルデヒド、2-プロモプロパンの4物質が追加され、合計15物質となりました。

◇第一種指定化学物質

現行の354物質から、462物質に増えました。有害性の低いn-ヘキサンが第一種に指定されたのに対し、フタル酸エステル等可塑剤の数種が降格した点が話題となっています。これらの新規登録や降格は、PRTR法では有害性情報だけでなく、使用流通量も選定要素になるためです。

◇MSDS制度の対象となる第二種指定化学物質

現行の81物質から、100物質に改定されました。

施行日 MSDS制度：2009年10月1日、PRTR制度：2010年4月1日
--

REACH(Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals: 化学物質の登録、評価、認可及び制限に関する規制) 欧州連合(EU)で導入予定の新しい化学物質規制。導入後は、欧州向けに輸出される化学物質及び製品に含まれる化学物質の登録が必要になる。化学物質の安全性評価は事業者の責任となる。

PRTR法(特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律: 1999年制定)

有害性のある化学物質が、どこからどれくらい環境中に排出されたか、あるいは廃棄物に含まれて移動されたかというデータを、国、事業者団体等の機関が把握・集計・公表する仕組み(PRTR; Pollutant Release and Transfer Register: 環境汚染物質排出移動登録)及び対象化学物質等の安全性のデータを提供する仕組み(MSDS制度)により、化学物質による環境の保全上の支障を未然に防止することを目的としている。

外来魚のイシガイ科貝類グロキディウム幼生に対する影響

大阪支社 生態解析グループ 木邑 聡美

タナゴ類の産卵母貝としても知られるイシガイ科貝類は、幼生期に魚類に寄生した後、水底に着底して成長します。外来魚の増加が問題になっている淀川のわんど域において、現在のわんどの魚類相がイシガイ科貝類の繁殖にとって好適かどうかについて調べた結果を紹介いたします。

※本研究は、淀川の淡水生物相の研究の一環として大阪市立自然史博物館から委託を受けて実施したものです。調査結果は平成20年度の生態学会及び貝類学会において連名でポスター発表しました。

イシガイ科貝類について

イシガイやドブガイなどイシガイ科貝類は、“カラスガイ”と総称されることもある黒くて比較的大型になる淡水性の二枚貝類です(写真1)。



写真1 イシガイ

イシガイ科貝類は卵からふ化するとグロキディウム幼生と呼ばれるプランクトン幼生となり、魚のエラやヒレなどに寄生した後、魚から離脱し底生生活に移行し成長していきます(図1)。

つまり、イシガイ科貝類の個体群の存続には周囲に寄生可能な魚が棲んでいることが必要です。

一方、天然記念物イタセンパラなどのタナゴ類はイシガイ科貝類の体内(エラ)に卵を産み付けることが知られており、タナゴ類等の魚にとってイシガイ科貝類はなくてはならないものです。さまざまな生き物が互いに関係しあう池や川の生態系において、イシガイ科貝類は重要な役割を担っています。

が、淀川は都市部を流れる大河川でありながら生息する魚種の豊富さは国内有数であり、天然記念物イタセンパラの国内最大の生息地としても知られています。このような豊かな生態系を支えてきた要因の一つが淀川のわんど群です。

写真2は河口から約12kmのところにある城北わんどの写真です。写真右上に見えている水面は本川で、わんどは本川とは繋がっているのですが、普段は川の流れに影響されない緩やかな流れの浅瀬になっていて、こういった流れの緩やかな場所を好む生き物や稚魚などが棲んでいます。

ところが近年、淀川のわんどでもオオクチバスやブルーギルなどの外来魚が急激に増加して、2006年以降イタセンパラが確認されなくなるなど、在来魚が非常に少なくなっています。



写真2 淀川の城北わんど(右下が調査を行った35号裏わんど)

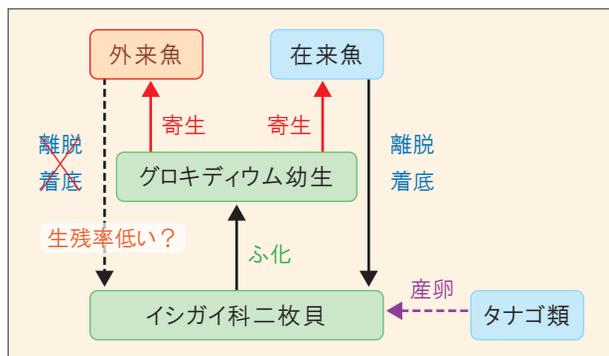


図1 イシガイ科貝類と魚類の関係

淀川のわんどについて

京都府から大阪平野を流れる淀川には、「わんど」と呼ばれる川の岸辺が入り江状になっている場所が多くあります。淀川のわんど群は、明治期に作られた川の流れを制御する水制工の周りに土砂が溜まってできた人工構造物に由来する場所です

研究の目的

近年のわんどの魚類相の変化は、イシガイ科貝類の繁殖に影響はないのでしょうか？本研究では、貝の繁殖にとって現在の淀川わんどの魚類相が好適かどうかを推測するため、淀川の2箇所のわんど(城北35号裏わんど、赤川1~3号わんど)において、外来魚の増加による魚類群集の変化が幼生に与える影響について調べました。

調査結果

(1) わんどの貝類相

2007年3月、7月の2回、定量採集を行いました。イシガイ、ドブガイ属(ドブガイ、ヌマガイ、タガイが含まれる可能性がある)、トンガリササノハガイの3種が出現し、最優占種はイシガイでした。

(2) わんどの魚類相

2007年3月、5月、7月、10月の計4回、定置網・投網・たも網・カゴを用いて、一定の採集努力量で魚類を採集しました。4回の調査により計19種類が出現し、オオクチバス・ブルーギルが全採集個体の約4割を占めていました。過去の調査(大阪府水生生物センター, 1987)では出現していたハスやタナゴ類は今回確認できませんでした。

(3) 幼生の寄生状況

採集した魚類を解剖し、エラやヒレに寄生している幼生数を魚種毎・イシガイ科貝類種毎に計数した結果、全幼生数の約半分がオオクチバスとブルーギルに寄生していることがわかりました(図2)。

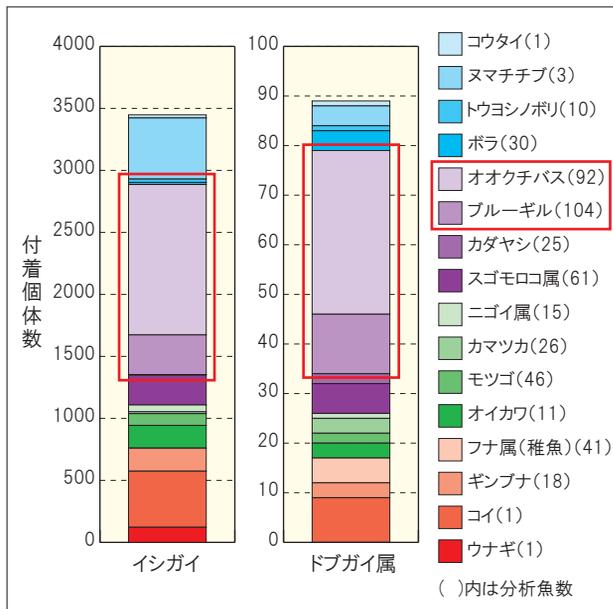


図2 グロキディウム幼生の寄生状況

魚類に寄生した幼生の生存率をみると、オオクチバスとブルーギルに寄生していたイシガイの幼生は、ほとんど死亡していました。一方、ドブガイ属では外来魚に寄生したものを含め生存率が高い結果でした(図3)。

イシガイ科貝類の幼生は、寄生した魚種によっては死んでしまうことが在来魚では知られていましたが、外来魚については研究がほとんどありませんでした。今回の調査によって、イシガイでは野外においてグロキディウム幼生が外来魚に多く寄生するが生存率が低いことが新たな知見として確認されました。

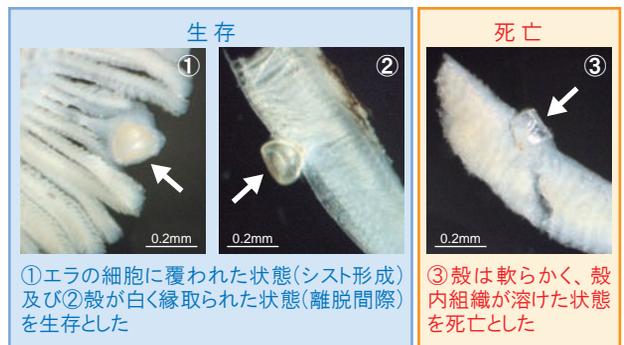
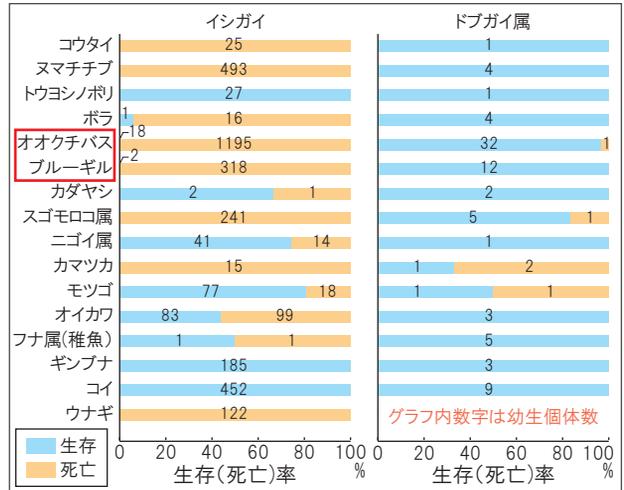


図3 グロキディウム幼生の生存率と生死判別の基準

今後の課題と取り組みについて

外来魚が優占する状況が続くと、イシガイ科貝類、特にイシガイの繁殖に影響が及ぶことが懸念されます。貝が少なくなれば、貝を利用するイタセンパラを始めとするタナゴ類にも影響がありそうです。

今回の結果は、外来魚の生態系への影響が、在来魚の絶滅などにより直接的に生物相を変化させるだけでなく、魚類と密接な関係を持つイシガイ科貝類への影響を通じても起こっている可能性があることを示唆しており、イタセンパラの復活など健全なわんどの自然再生を進めるためには、これらの事実にも目を向けていく必要があると考えられます。

大阪支社では2008年春、大阪市住之江区の新社屋移転に伴い、生物研究室を新設いたしました。今後は研究施設を活用し、外来魚影響やその対策、指標となるイシガイ科貝類の保全へのアプローチなどの研究を重ね、水辺の自然環境保全やわんどの生態系回復に向けた技術開発に取り組んでまいりたいと考えています。

【参考文献】

YADA, T. and KATO, K. (1987): 大阪府淡水魚試験場研究報告第9号, pp37-53, 大阪府淡水試験場pp24-27

多様化する猛禽類の営巣地監視システム

大阪支社 自然環境保全グループ 村手 達佳、山本 晃一、大阪支社 環境調査グループ 高橋 恒太

猛禽類の営巣地監視システムとは、営巣地に設置した小型ビデオカメラ等を通じて、遠隔地から営巣状況を監視するシステムです。低いランニングコストで、事業による繁殖活動への影響の有無等を詳細にモニタリングすることができます。当社がこのシステムを開発してから10年以上が経過し、さまざまな事業に関連する多数の営巣地にシステムを設置していきなかに、システムの活用方法やシステムの内容が多様化してきました。

猛禽類の環境影響評価における位置づけ

猛禽類は、希少性の高い種が多く、さらに食物連鎖の上位に位置するため、生態系を指標する種として扱われることも多いことから、事業による環境への影響を評価する際に注目度の高い生物群となっています。

したがって、事業を実施する際には、猛禽類を対象とした詳細な現地調査を実施したうえで、事業による猛禽類の生息への影響を精度高く予測し、事業による影響が想定された場合には、猛禽類の生息に配慮した保全対策を実施することが多くなっています。



猛禽類の営巣地の重要性

猛禽類は一般的に広大な行動圏のなかで生息していますが、そのなかでも、営巣地(繁殖する場所)と狩り場(餌を捕らえる場所)は、彼らが継続的に生息していくために特に重要性の高い場所です。このうち、営巣地において、“卵を温めたり”、“雛を育てたり”する繁殖活動中は、外部からの刺激に対する感受度が高いことから、営巣地から工事箇所までの距離が近い場合等には、工事の実施に伴う重機や作業員の存在、工事騒音等が、繁殖活動に影響を及ぼす可能性が懸念されます。

このような場合、工事中の保全対策として、繁殖期間中に営巣地から近い場所で行われる工事を中断する、あるいは大きな騒音を発生する工事(発破等)は実施しない等の保全対策の実施が望ましい場合があります。その場合、全ての工事を中断するのではなく、影響が想定される一部の工事のみを制限し、モニタリング(監視)を行いながら、工事を進めることになります。

営巣地監視システムの効果

そのようなモニタリングに大きな効果を発揮するのが、営巣地監視システムです(図1)。クマタカやオオタカをはじめ、日本に生息する多くの猛禽類は、森林内の樹上に枝を積み重ねて巣を造ることから、遠方から巣内の様子を詳細に観察することは一般的に困難です。

しかし、営巣地監視システムを利用することにより、巣の近傍に設置した小型ビデオカメラ等によって捉えられた“巣内における詳細な繁殖状況”を事務所等の遠隔地においてリアルタイムで監視することが可能になります。また、営巣地監視システムは、調査員を配置することなく、低いランニングコストで、24時間体制での監視を可能としたシステムでもあります。

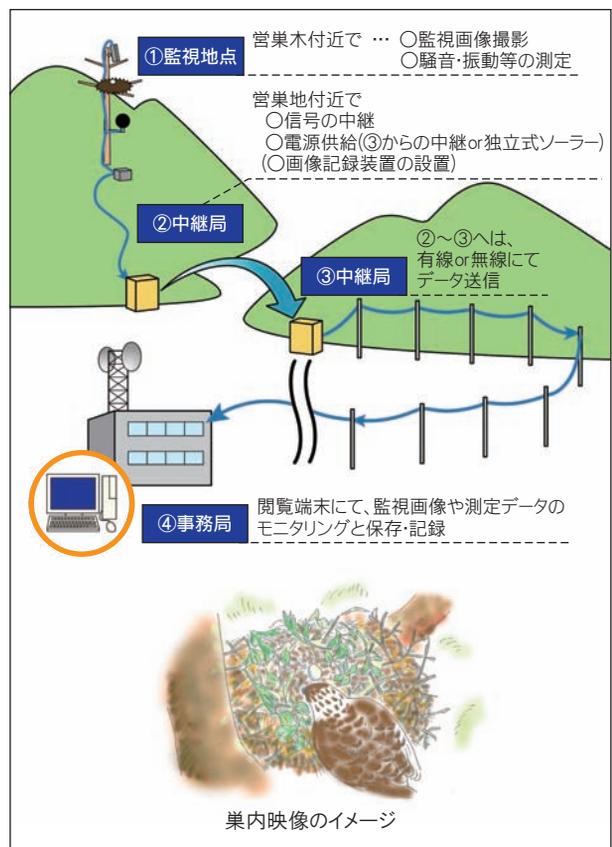


図1 営巣地監視システムの仕組み

営巣地監視システムの活用

営巣地監視システムの主な活用方法をご紹介します。

(1) 工事による営巣活動への影響を精度高く把握

営巣活動の様子を詳細に監視することにより、工事影響の有無を確実にモニタリングすることができます。

また、監視結果を映像データとして記録することができます。この記録を利用することにより、例えば、カラス等による卵の捕食等、工事影響以外の要因により繁殖が中断したことが特定できる場合があります。



(2) 営巣活動スケジュールを正確に予測

繁殖段階(造巣開始日、産卵日、ふ化日、巣立ち日)を正確に、かつリアルタイムで特定できることから、繁殖への配慮として近隣の工事工程を調整している場合、繁殖状況の変化(繁殖失敗あるいは巣立ちの確認など)に基づいて、機敏な対応が可能です。



(3) 目視観察による監視調査への知見の活用

通常の日視観察では把握が困難である営巣活動に関する詳細な生態データ(営巣地におけるペアの鳴き交わり等)が収集できます。このようなデータを、営巣地監視システムが設置されていないペアの監視調査に適用することができます。



多様化する営巣地監視システム

営巣地監視システムは、その利用目的等に応じて、システムの構成を以下のとおりさまざまな形でアレンジすることが可能です。

(1) 騒音計を併設し、工事騒音の影響を高精度に監視

営巣地にCCDカメラのほか、騒音計を併設することにより、営巣地への工事騒音の到達状況と工事騒音への猛禽類の反応を確認することができます。この結果を用いて、工事騒音の影響を高精度に監視するとともに、より効果的な工事騒音に対する猛禽類の保全対策を立案することが可能となります。



(2) 赤外線カメラを利用し、夜間の行動を監視

赤外線波長域も撮影可能な小型ビデオカメラと赤外線照射器を組み合わせることにより、夜間における監視が可能となります。これまで、夜間の工事による繁殖活動への影響に関するデータは少なく、効果的な保全対策を検討することは困難でしたが、夜間における確実な監視と的確な保全対策の検討が可能となります。



おわりに

効果的かつ効率的な猛禽類の保全対策と監視を行うためには、営巣地監視システムだけでなく、人工巣の設置(工事影響が想定されない箇所に、人工的に巣を造り、営巣場所の移設を促す対策)、潜在的な営巣環境の解析(現在の営巣地以外に潜在的に営巣可能な場所が存在しないかどうかを植生や地形等の環境条件を利用して解析)、潜在的な狩り場環境の解析等を活用し、各々の事業に最適となる対策方針を提案することが重要と考えています。

あなたの里海は元気ですか？ ～海健康診断システム構築への取り組み～

名古屋支店 環境技術グループ 風間 崇宏

なぜ、河川の水質を改善しても海は甦らないのでしょうか？海の構造や仕組みを理解し、海健康を総合的に評価できるシステムとして“海健康診断”を紹介いたします。

※本業務は、海洋政策研究財団が実施する全国閉鎖性海湾の「海健康診断」調査事業で当社が担当している内容です。業務の成果については、海洋政策研究財団ホームページ(一次検査の方法：http://www.sof.or.jp/jp/report/pdf/200603_ISBN4_88404_178_X.pdf、二次検査の方法や検査からわかってきたこと：http://www.sof.or.jp/jp/report/pdf/200803_ISBN978-4-88404-203-5.pdf)においても紹介されています。

はじめに

海環境を保全・持続させるためには、海汚染を正しく知る必要があります。1982年に採択された国連海洋法条約では、海洋環境の汚染とは、「人間による海洋環境への物質又はエネルギーの直接的又は間接的な導入であって、生物資源に対する害、人の健康に対する危険、海洋活動に対する障害、海水の水質を利用に適さなくすること並びに快適性の減殺のような有害な結果をもたらす又はもたらすおそれのあるものをいう。」とされており、生物資源を保護、保全することが海洋環境保全の一つであることが明文化されています。海洋環境を今後どのように監視していけばよいのでしょうか？

かつてわが国の沿岸域は高度経済成長に伴う開発や陸から過剰に排出される負荷によって未曾有の汚染に見舞われました。この時代には、汚染の直接的な原因である陸からの負荷を減少させ水質をチェックする緊急避難的な対処を行い、これは一定の成果をみました。しかし、今でも海そのものが本来の力を取り戻すには至っていません。なぜなのでしょう？それは、海の仕組みが機能していないため、海の構造や機能を理解しないまま、修復という言葉に躍り、本当に必要な治療が行われていないからではないのでしょうか。

“海健康診断”の必要性

海は単なる水を貯めたプールではありません。海では、陸から川を通して供給された栄養を受け取り、その栄養をプランクトンが取り込み、プランクトンが魚が食べて成長し、その魚を人が獲りあげるといった一連の仕組みが形成されています。

このように栄養が受け渡されている過程は、栄養を各臓器が取り込み生産へと展開していく、あたかも人の体内に似た1つの“しくみ”であることがわかります。海環境を正しく評価するためには、現在中心的に行われている水質チェックだけではなく、さらに海の仕組みを形成している構造と機能を診ていくシステムが必要です。海健康診断はこれらを検査することを主眼として、さらに、①予防措置を施すことができる、②一般の人々でも実施できる、③診断対象の海特性を尊重できる、という3つの特徴を兼ね備えたシステムとして構築したものです。

“海健康診断”の仕組み

海健康診断は、私達が職場等で受けている定期健診と同じように、年1回の定期健診にあたる「一次検査」と一次検査で不健康の疑いが出た場合に実施する、精密検査にあたる「二次検査」から構成しています(図1)。

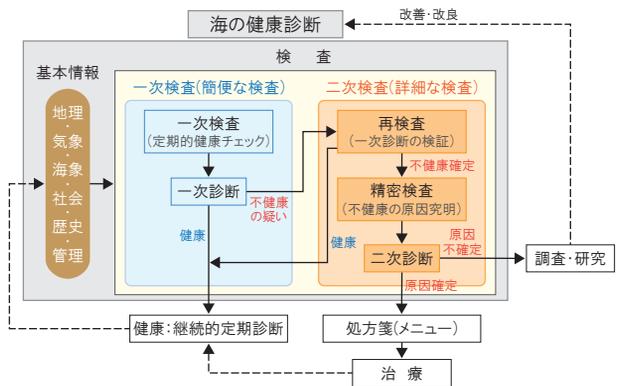


図1 海健康診断の構成

一次検査は、海の仕組みを『生態系の安定性』と『物質循環の円滑さ』の2つのカテゴリーに分類し、さらに、生態系の安定性は「生物組成」「生息空間」「生息環境」の3つを検査の視点として、物質循環

表1 検査の視点と一次検査項目

検査の視点		一次検査項目
生態系の安定性	生物組成	漁獲生物の分類群別組成の変化 海岸生物の出現状況
	生息空間	干潟・藻場面積の変化 人工海岸の割合
	生息環境	有害物質の測定値 貧酸素水の確認頻度
物質循環の円滑さ	基礎生産	透明度の変化 赤潮の発生頻度
	負荷・海水交換	負荷と滞留のバランス 潮位振幅の変化
	堆積・分解	底質環境 無酸素水の出現状況
	除去(漁獲)	底生魚介類の漁獲量

1)。主に前者は海の構造、後者は海の機能の指標であり、両者が海の仕組みを網羅しています。

“海健康診断”結果からわかったこと

2006年度に全国71の閉鎖性海湾を対象として、海健康診断一次検査を実施しました。ここでは、これまで行ってきた全国の海健康診断から、いくつかわかってきたことを紹介します。

(1)本当に悪い部分が見えてくる

全国の検査結果の中から、三河湾の結果を事例に紹介し
ず(表2)。三河湾では、生物組成ではA判定(良好)、負荷・海水
交換ではB判定(要注意)という比較的良好な結果であるのに対し、
海の構造を表現する生息空間や生息環境、海の機能を表現
する堆積・分解や除去(漁獲)といった項目でC判定(要精検)
という悪い結果になりました。

三河湾では、貧酸素水が生態系を脅かす脅威となっている
こと、また、その原因が負荷にあるのではなく、生物生産の場
である干潟や浅場が少なくなったことで生物生産機能が低下し、
堆積を助長し分解を損ねる悪循環を形成していることが示され
ました。このように海の健康診断の検査結果は、海の健康を損
なうさまざまな要因のバランスやその連鎖構造についても診るこ
とができるものであり、海のどこが実際に病んでいるのか、さら
にどこを治療していけばよいのかがわかるようになります。

(2)沿岸の人工度が高い海は不健康になりやすい

検査項目の中から、海の機能を代表する負荷・海水交換の
視点の検査項目から「負荷と滞留のバランス」(「陸域からの負
荷の影響度」と、負荷を生物生産に転換する基盤であり、海の
構造を代表する生息空間の視点の検査項目から「人工海岸の割
合」(「沿岸の人工度」)を抽出し、両者の関係に、症状として
捉えることができる生物組成、生息環境、基礎生産、堆積・分
解、除去(漁獲)の検査結果(C判定の数(悪い検査結果の数))
を色分けし重ね合わせてみました(図2)。

その結果、特に「沿岸の人工度」の高い海湾が不健康になっ
ている傾向が強いことがわかりました。一方、ある程度「陸域か
らの負荷の影響度」が高い海湾でも、沿岸の人工度が低く自然
が保たれている海は健康という結果が多くなっています。この結
果は、海の生態系を支えるために基本的に必要な負荷(「栄養」

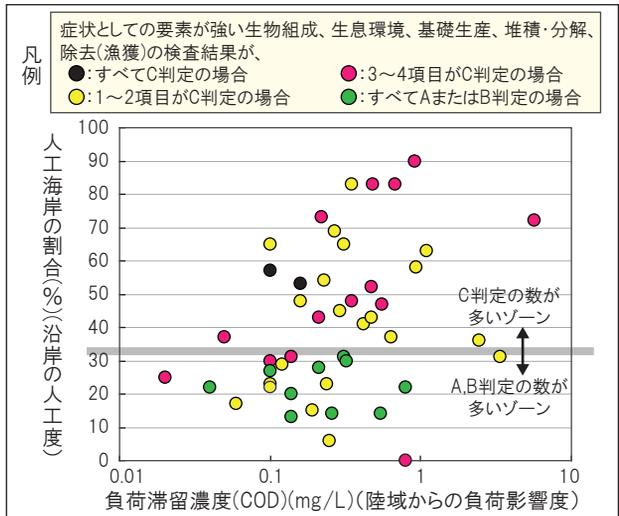


図2 一次検査結果の分布が示す閉鎖性海湾の不健康の傾向

とそれを生物生産に転換する沿岸(干潟など)の「生息空間」と
のバランス、すなわち構造と機能とのバランスが海の健康を左
右することを示すものです。

これまで沿岸の自然の重要性はさまざまな場で認識されてき
ましたが、このように定量的に目に見える形で証明された例はあ
りません。全国的に同じ手法を用いて海の健康について検査で
きることによって、これからの海洋政策に役立つ情報についても
検討していけるものと確信しています。

おわりに

今後、海の健康診断は、これまでに公表されてきた一次検
査手法(「海の健康診断—考え方と方法—」(2006年3月、海
洋政策研究財団))とともに、2007年度より検討してきた二次検
査手法をとりまとめて、海の健康診断全体のガイドライン作成を
予定しています。「いつも目の前でみている海なのに、なぜ魚が
少なくなったのかわからない」と悩んでいる方は、是非ご相談

ください。海の健康診
断をするまでのデー
タ取得から、健康診
断、その評価、治療
に至るまで一連のお
手伝いをさせていただきます。

本業務は海洋政
策研究財団からの
業務であり、東京大
学平野敏行名誉教
授を委員長とする委
員会による熱心なご
議論により作成され
たものです。この場を
借りて御礼申し上げ
ます。

表2 海の健康診断一次検査結果(例:三河湾)

視点	検査項目	検査基準			検査結果	診断		
		良好(A)	要注意(B)	要精検(C)				
【生態系の安定性】を示す項目	生物組成	漁獲生物の分類群別組成の変化(最近3年間の平均/20年間の平均:最優占分類群の漁獲割合(FR)、漁獲量(FC))	0.8 ≤ FR ≤ 1.2 かつ 0.7 ≤ FC ≤ 1.3	0.8 ≤ FR ≤ 1.2 かつ FC < 0.7 または 1.3 < FC	FR = (1.0), FC = (0.7)	A _{BC}	A	
	生息空間	海岸生物の出現状況(代表種の確認割合:LC)	LC = 1	0.8 ≤ LC < 1	LC = (1.0)	A _{BC}	C	
	生息環境	干潟・藻場面積の変化	干潟・藻場面積は減少していない	干潟・藻場面積がいずれも減少している	干潟・藻場面積がともに減少している	干潟・藻場面積がともに減少	A _{BC}	C
	基礎生産	人工海岸の割合(AC)	AC ≤ 20	20 < AC ≤ 50	50 ≤ AC	AC = (73)	A _{BC}	C
【物質循環の円滑さ】を示す項目	基礎生産	有害物質の測定値(測定値/環境基準値:PS)	すべての健康項目で PS < 0.8	1つの健康項目でも 0.8 ≤ PS < 1	1つの健康項目でも 1 ≤ PS	PS = (6.0)	A _{BC}	C
	基礎生産	貧酸素水の確認割合(貧酸素水確認調査点の割合:CW)	CW < 0.1	0.1 ≤ CW < 0.5	0.5 ≤ CW	CW = (0.5)	A _{BC}	C
	基礎生産	透明度の変化(最近3年間の平均/20年間の平均:透明度の割合(TP)、最近3年間の平均・20年間の平均(TD))	0.8 ≤ TP ≤ 1.2 かつ TD < 20	0.8 ≤ TP ≤ 1.2 かつ 20 ≤ TD	TP > 0.8 または 1.2 < TP	TP = (0.87)	A _{BC}	C ⁺
	基礎生産	赤潮の発生頻度	赤潮は発生していない	毎年ではないが赤潮は発生している	毎年赤潮が発生している	毎年赤潮が発生	A _{BC}	C
	負荷・海水交換	負荷と滞留のバランス(負荷滞留濃度:LR)	COD、T-N、T-Pともに LRx < スタンダード値の場合	COD、T-N、T-Pのいずれかでスタンダード値 ≤ LRxの場合	COD、T-N、T-Pともに スタンダード値 ≤ LRxの場合	LR(COD) = (0.22) LR(T-N) = (0.11) LR(T-P) = (0.006)	A _{BC}	B
	負荷・海水交換	潮位振幅の変化(AT)	AT < 0.05かつ最近3年間減少傾向にない	AT < 0.05かつ最近3年間減少傾向	0.05 ≤ AT	AT = (0.04) 最近(減少)傾向	A _{BC}	C
堆積・分解	底質環境(全硫化物量の最大値:SD)	SD < 0.2	0.2 ≤ SD < 1	1 ≤ SD	SD = (1.4)	A _{BC}	C ⁺	
堆積・分解	無酸素水の出現状況(最低溶存酸素濃度:AW)	2.9 ≤ AW	0.5 ≤ AW < 2.9	AW < 0.5	AW = (1.7)	A _{BC}	C	
除去(漁獲)	底生魚介類の漁獲量(最近3年間の平均/20年間の平均:FB)	0.7 < FBかつ最近3年間増加もしくは横這い傾向	0.7 < FBかつ最近3年間減少傾向	FB ≤ 0.7	FB = (0.6)	A _{BC}	C	

シャジクモ類の再生に向けた当社の取り組み

国土環境研究所 自然環境保全グループ 菅野 宗武

湖沼やため池等に生育するシャジクモ類が危機的な状況に置かれていることが、環境省から報道発表されました(2007年8月)。当社ではいち早くこの問題に着目し、研究会への参加、文献収集、発芽試験などを行い、シャジクモ類に関する知見とデータの蓄積を進めています。ここではその一部を紹介します。

シャジクモ類とは

シャジクモ類(シャジクモ目シャジクモ科の総称)は、漢字表記では「車軸藻」と書き、その名の通り、藻類に分類されます。藻類には、コンブやワカメなどの褐藻類、アオミドロなどの緑藻類などがありますが、シャジクモ類は、私たちが一般的に目にする種子植物に近縁であることが、DNAを使った最新の研究で明らかになってきました¹⁾。

シャジクモ類の多くの種は春～初夏に卵胞子から発芽し、晩夏～初秋に生体(栄養体)となり卵胞子を付けます。そして、晩秋に卵胞子が成熟し、生体は枯れるという生活史を持っています。卵胞子は生育に不適な環境下では、底泥中で休眠することが知られています。また、シャジクモ類は、他の藻類には見られない「主軸に輪生する枝(輪生枝)を有する」という形態的な特徴があります。シダ植物であるスギナに似た形態をしています(写真1)。

は約70～80種が報告されています²⁾。日本産のシャジクモ類について体系的にまとめた廣瀬弘幸著「日本淡水藻図鑑」(1977)では、現生のシャジクモ類は74種(絶滅種を含む)が記載されています²⁾。環境省版レッドリスト(2007)では、このほか4新種が記載されているので³⁾、日本の現生のシャジクモ類は78種ということになります。

環境省版レッドリストでは、絶滅及び野生絶滅が5種、絶滅危惧Ⅰ及びⅡ類が53種となっています。合計すると58種となり、これは日本産のシャジクモ類の74%に当たります。陸上植物の絶滅危惧種の割合が約25%ですから、シャジクモ類は非常に多くの種が絶滅または絶滅の危機に瀕していることが分かります。

シャジクモ類減少の原因

シャジクモ類の多くが絶滅の危機に瀕している原因としては、(1)水の汚れ、(2)捕食者の存在、(3)水辺環境の改変が挙げられます(図1)。

(1)水の汚れ

シャジクモ類の草丈(高さ)は高いものでも70cm程度です(例外的にホシツリモは2.5mになります)。ほとんどの種は草丈が低いので、水が汚れて透明度が低下すると光が得られず、光合成ができなくなり、死滅してしまいます(図1①)。これに対し、ササバモなどの水草は数メートルまで伸長することができるため、透明度が低下しても、草丈を高くて光を得ることが可能です。

(2)捕食者の存在

シャジクモ類は軟らかく、魚やザリガニ等の格好の餌になっています(図1②)。外来種であるアメリカザリガニは、他の水草とシャジクモ類が混生した環境では、シャジクモ類を選択的に捕食すると言われており¹⁾、このような外来種の侵入がシャジクモ類への捕食圧を大きくしている可能性があります。

(3)水辺環境の改変

シャジクモ類は、水底に仮根を伸ばして定着しているに過ぎず、種子植物のような丈夫な根を持っていません。そのため、護岸が設置されると、引き波による強い水流が生じやすくなり(図1③)、シャジクモ類はこの水流に耐えて生育することができません。日本ではシャジクモ類の生育環境である水辺は、護岸の設置などで改変されていることが多いので、現在生育可能な水辺はきわめて限られていると言えます。



写真1 シャジクモ類の形態

シャジクモ類の絶滅危惧種

シャジクモ類は世界中で約440種が確認されており、日本で

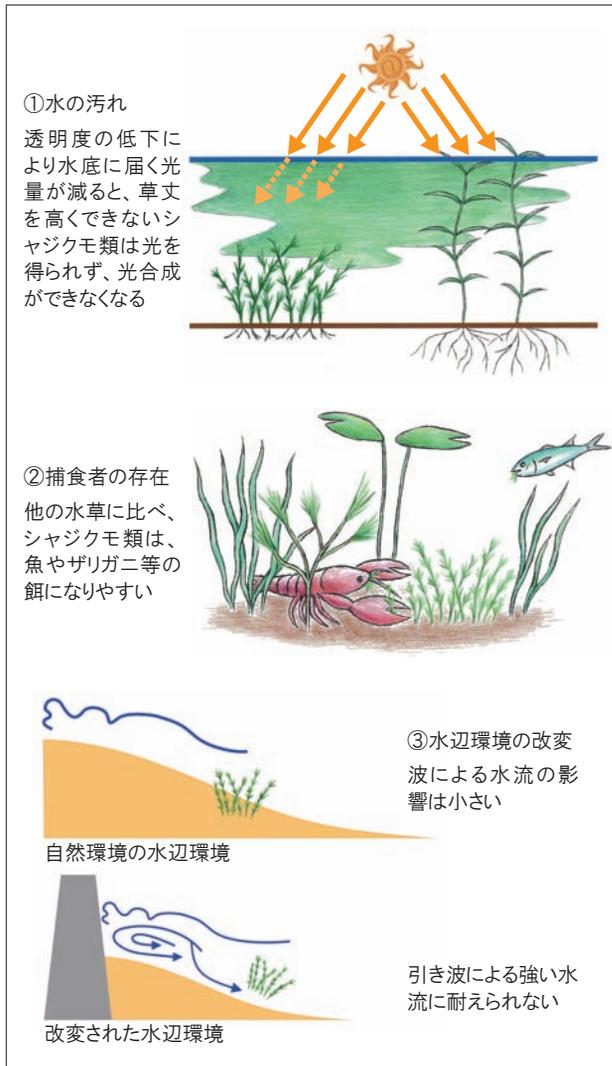


図1 シヤジクモ類減少の主要因

当社の取り組み

当社では、陸水生態系及びそれを構成する水草や藻類に危機的状況にあるものが多いことから、それらを再生するための技術に早くから着目してきました。特に、湖沼の底泥中に休眠状態で生存している植物の種子(シードバンク)を使って、健全な陸水生態系を再生する技術の開発を続けており、実験用の施設も保有しています(写真2)。この一環として、シヤジクモ類の保全・再生技術の開発にも取り組んでいます。

近年、水辺の再生や富栄養化の対策の実施により、水草類の生育環境が改善傾向にある湖沼もあり、ここでは休眠卵胞子をうまく利用すれば、絶滅したシヤジクモ類を再生させることも可能であると考えられます。そのためには、まず休眠卵胞子の存在・分布状況を知る必要があります。当社では、これまでいくつかの湖沼から底泥を採取し、休眠卵胞子の発芽実験を行いました。

その結果、3種のシヤジクモ類の発芽が確認され(写真3:3種

とも環境省版レッドリスト掲載種)、休眠卵胞子の存在を明らかにすることができました。このような休眠卵胞子は当該湖沼だけでなく、シヤジクモ類がすでに絶滅した他の湖沼においても、その再生に利用できる可能性があることから、当社では発芽条件などに関する技術開発を行っています。

また、シヤジクモ類は、懸濁物質の水底からのまき上がりを抑えることで、湖沼の水質保全に寄与していると言われて⁴⁾います。そこで当社では、湖沼生態系の健全化に向けて、水質改善へのシヤジクモ類の利用の可能性についても研究を進めています。



写真2 水草用実験施設
(上:ビニールハウス外観、下:ビニールハウス内部)



写真3 湖沼の底泥から再生したシヤジクモ類

【引用文献】

- 1)『車軸藻シンポジウム in 野尻湖 発表抄録集』車軸藻研究会編, 2007年
- 2)『日本淡水藻図鑑』廣瀬弘幸著, 1977年
- 3)『哺乳類、汽水・淡水魚類、昆虫類、貝類、植物及び植物IIのレッドリストの見直しについて』環境省編, 2007年
- 4)『館林市誌』館林市誌編集委員会編, 1966年

環境的に持続可能な交通を目指して ～自動車交通におけるCO₂排出量の削減～

建設コンサルタント統括事業本部 交通計画グループ 武田 芳丈

低炭素社会への実現に向けて、CO₂削減への関心が高まるなか、国内での排出量全体のうち、約17.4%を占める自動車交通から排出量の削減が不可欠となっています。今後、どのように自動車交通のCO₂排出量を削減し、“環境的に持続可能な交通”を実現するのかについての現状と取り組みを紹介します。

はじめに

日本の運輸部門のCO₂排出量は、国内での排出量全体の約2割を占め、そのうちの9割は自動車が原因となっています。

今後、2012年の京都議定書の削減約束期限までに11,000～14,000万t-CO₂/年の削減が必要であり、その目標達成のためには、自動車交通対策や交通体系の再構築等による総合的対策が必要です。

これらを推進するためには、社会的合意形成が必要であり、合意を得るためには、自動車交通からのCO₂排出のメカニズムや対策別の削減効果をできる限り定量的に計測あるいは予測し、分かりやすく情報を提供することが重要となっています。



写真1 渋滞する道路

自動車交通のCO₂削減対策の現状と課題

自動車交通からのCO₂排出量の内訳は約4割が貨物車・バスからの排出、約6割が乗用車からの排出となっています¹⁾。

(1)貨物車のCO₂削減対策

2005年度のわが国の国内貨物輸送における輸送機関別の分担率をみると、トンキロベースでは自動車が58.7%と過半数を占めており、海運37.1%、鉄道4.0%を大きく引き離しています²⁾。これより、わが国の国内貨物輸送は環境負荷の高い自動車輸送に依存しているといえます。

この背景として、高速道路網の整備により、北海道や沖縄を除けば、翌日には目的地に配達できることや、戸口から戸口まで積み替えがなく便利であることなどが挙げられます。今後、環境負荷の小さい海運・鉄道へのモーダルシフトや共同輸配送などが有力なCO₂削減対策として期待されています。

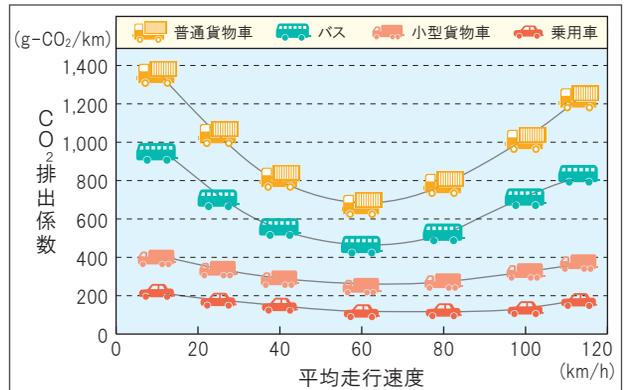


図1 CO₂排出係数と平均走行速度の関係³⁾

車種別・走行速度別のCO₂排出係数(台キロあたりのCO₂排出量)(図1)をみると、いずれの車種も、60～70km/h程度で排出係数は小さくなっており、一般道路が混雑する場合には並行する高速道路へ経路を変更することがCO₂削減になることを意味しています。

また、円滑な自動車走行確保のためのバイパス・環状道路の整備や交通需要マネジメント(道路利用者に時間、経路、交通手段等の変更を促し交通混雑の緩和を図る方法)等による交通渋滞の緩和は、自動車走行速度の向上を通じ、走行中のCO₂の排出量を低減する効果があります。

(2)乗用車のCO₂削減対策

交通機関別に示した、1人を1km運ぶ際のCO₂排出量(図2)をみると、自家用乗用車のCO₂排出量は、バスの約3倍、鉄道の約9倍となっており、自動車に過度に依存したライフスタイルを見直すことが家庭におけるCO₂削減対策として有効であると考えられます。

また、5km程度までの短距離の移動においては、都市交通手段の一つとして自転車の利用が注目されています。

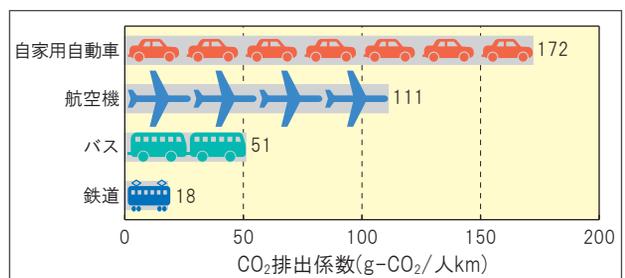


図2 交通機関別の1人を1km運ぶ際のCO₂排出量⁴⁾

ドライバーの自発的行動変容の施策推進

社会的合意による総合的な戦略を策定するうえで、ドライバーの自発的行動変容を促すことは、効果的にCO₂排出量を削減するうえで、必要不可欠です。東京工業大学の藤井聡教授によれば、その効果については、2003年度までに日本で行われた10の事例の報告値の平均値を求めたところ、自動車利用距離の削減は平均約18%、CO₂排出量の削減は平均約19%でした。

つまり、適切なコミュニケーションを個別的に図れば、人々の行動は変容し、それを通じて自動車需要は確実に減少すると報告がなされています。

科学的根拠の実証と効果の検証

施策によるCO₂排出量の削減効果を評価する場合は、施策の有無における排出量の変化で評価を行っていますが、この排出量は交通量と一定区間の平均車速に排出係数を乗じて推計することが一般的です。

しかし、平均車速を用いるこの方法では、加減速の走行挙動を考慮できないために、実際の排出量やエコドライブ・アイドリングストップ等の対策の効果を十分に評価できないといった問題があります。

そこで、当社では、交通マイクロシミュレータを用いて、車両一台一台の車種別の特性や走行挙動を再現し、精度の高いCO₂算定手法の検討を行っています。

この手法は、一台一台の走行挙動をもとに交通状況をパソコン上で再現するもので、速度の変化、アイドリングストップの有無などの走行挙動からCO₂排出量を算定することができます。

これにより、従来方法では走行挙動を考慮したCO₂排出量の計測が困難でしたが、本手法ではCO₂排出量の科学的根拠がより明確になり、正確な現況の把握及び的確な対策の検討が可能となります(図3)。

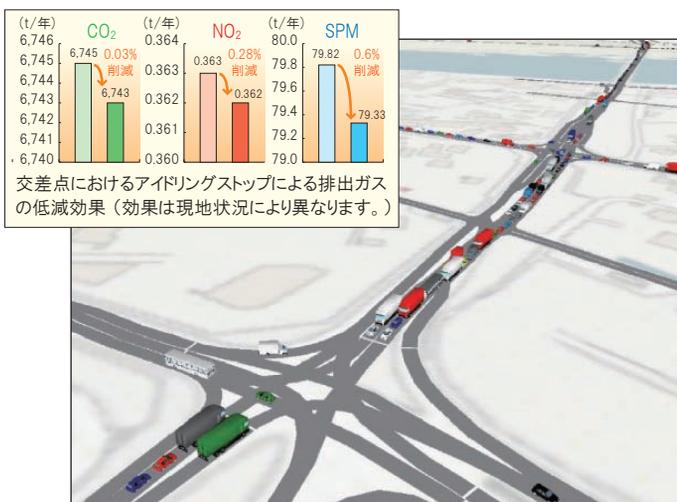


図3 交通マイクロシミュレータを用いたCO₂、NO₂、SPM排出量の計測

特に、渋滞する交差点では、車両が発進・停車を繰り返すことから燃費効率が悪くなり、通常走行と比較して走行距離あたりのCO₂排出量が増大します。

このため、交差点のCO₂排出量を減らすためには、どのような対策によって、どのように車両の挙動が変化し、どの程度のCO₂が削減できるのかを把握することが重要です。

交差点における一台一台の車両の挙動をシミュレーションで再現し、グラフ化したもの(図4)をみると、渋滞の発生の仕方や渋滞状況がよく分かります。これらの複雑な車両の挙動をもとにCO₂排出量を算定することで、地球温暖化防止の観点で交差点対策を検討することができます。

また、NO_xやSPM等の大気汚染物質も同様に算定することができます。これにより、沿道の大気観測局の実測データとの相関等を検証し、的確な沿道環境改善の対策等の立案を行うことが可能となります。

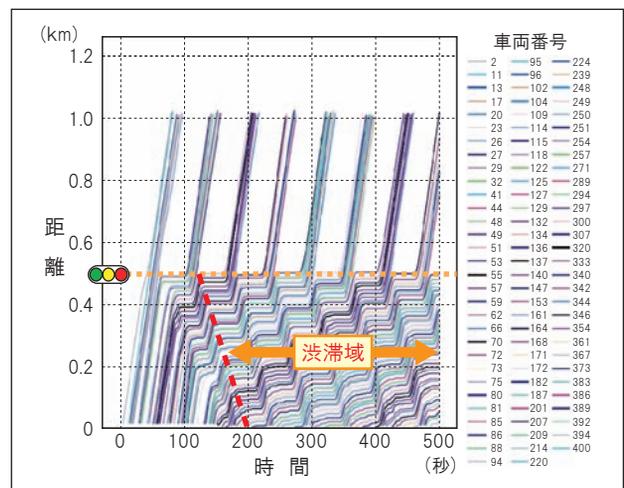


図4 交差点における車両の挙動

おわりに

当社では、低炭素社会の実現に向け、これまで蓄積した交通・環境・IT等の技術や多様な人材等のストックを最大限に活用し、“地球環境時代に対応した暮らし”の実現に向けて、交通環境問題に対するソリューションを提供いたします。

また、新しい交通環境の構築やエコカーの普及等の次世代の自動車社会に向けた交通環境のコンサルティングサービスを提供いたします。

〔引用文献〕

- 1) 温室効果ガスインベントリオフィス, 2006
- 2) 『陸運統計要覧』平成18年統計資料, 国土交通省, 2006
- 3) 大城温: 自動車走行時の燃料消費率と二酸化炭素排出係数, 土木技術資料, vol.43, NO.11, pp.50-55, 2001年11月
- 4) 国土交通省ホームページ
<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/kankyuu/ondanka1.htm>

大気中水銀の長距離輸送問題に対する国際的な取り組み

(株)ides 環境部 小笠原 公洋

大気中水銀の長距離輸送による地球規模の環境汚染問題に対応するため、環境省では専門検討会を設置し、有害金属類の環境監視、排出実態の把握等の基礎調査を実施しています。

当社では、このようなわが国の取り組み、国際的な対応のお手伝いをしています。

はじめに：大気中水銀の長距離輸送問題について

水銀は、石炭の燃焼、金属精製、廃棄物焼却などさまざまな人為活動に伴い大気中に排出されます。大気中の水銀の寿命は、数ヵ月から一年以上と長く、一旦大気中に排出されると、気団に乗って国境を越えて移動し、排出源とは異なる国や大陸にその汚染の影響が及びます(図1)。

国連環境計画(UNEP)では、水銀汚染の問題を地球規模の問題として位置付け、2002年には「世界水銀アセスメントレポート」が公表されています。

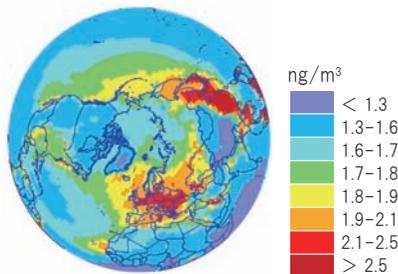


図1 大気中ガス状水銀の年平均濃度¹⁾

このような国際的な動きに対応するため、環境省では2009年度までに国際的視点からの有害金属対策戦略を策定することとし、2006年度から有害金属類に関する環境監視、排出実態の把握等の基礎調査を開始するとともに専門検討会での検討を実施しています。

当社もこのプロジェクトに参加しましたので、ここでは、主に水銀関連対策に関連する国際的動向と環境省が取り組んでいる調査・検討の概要をご紹介します。

国連環境計画(UNEP)水銀プログラム

UNEPでは、2001年より地球規模での水銀汚染に関連する活動としてUNEP水銀プログラムを開始しています。また、2005年からは鉛及びカドミウムも対象に加えて議論を開始しています(UNEP重金属プログラム)。

UNEP水銀プログラムの最近の動向として、水銀管理対策強化の選択肢を検討するための「水銀に関するアドホック公開作業グループ会合」が開催されています。国際的な水銀管理の枠組みとして、条約制定等法的拘束力のある文書の作成と自主的な取り組みについて議論されています。本作業グループ会合の結果は、2009年2月に開催予定の第25回管理理事会に報告され、今後の枠組みが決定される予定です。

わが国は、水銀汚染による健康被害を引き起こした水俣病

の経験を踏まえ、世界各国における水銀汚染対策の強化の重要性を訴える一方、多くの国が参加する枠組みを構築し、法的拘束力のある文書の制定及び自主的取組の強化を並行して検討し、実質的な対応策の強化の検討に積極的に貢献していくことを表明しています。

UNEP水銀パートナーシッププログラム

UNEP水銀プログラムでは、水銀対策の自主的な取り組みとして、国際機関や各国の産官学が連携し、技術協力や情報共有等を目的とするパートナーシッププログラムを実施しています(図2)。わが国では、このうち「水銀の大気輸送と運命に関する研究」と「石炭燃焼」、「水銀廃棄物管理」の分野に参加しています。当社は、環境省から委託され、大気輸送と運命に関する研究のパートナーシップ会合に参加しています。

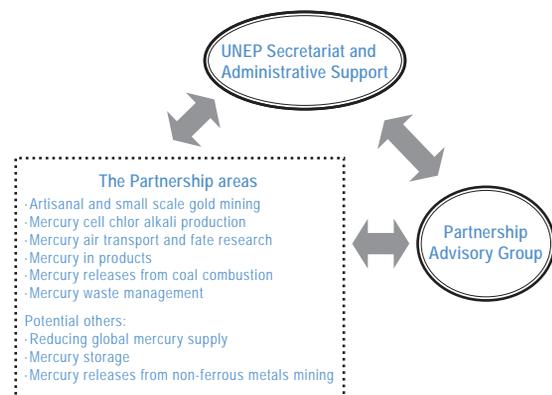


図2 UNEP水銀パートナーシッププログラムの概要²⁾

水銀の大気輸送と運命に関する研究分野のパートナーシップ活動

本パートナーシップは、水銀の大気排出源、輸送と運命に関する国際的な理解を増進することを目的として2006年に発足しました。イタリアを議長国として、日本、米国、カナダ等が加盟しており、日本からは環境省及び国立環境研究所が参加しています。当社は2007年から会合に参加し、日本の国際貢献活動として、沖縄県にある辺戸岬大気・エアロゾル観測ステーション(国立環境研究所設置)で実施しているわが国における大気中有害金属類のバックグラウンド濃度の環境監視結果を報告しました(表1)。

水銀については、わが国で初めて自動連続測定装置による定期的な環境監視を実施しています。図3は2007年10月から2008年1月までの水銀濃度の測定結果(1時間平均値)です。水銀濃度は短時間の間に大きく変動していることが確認され、

自動連続測定装置を用いることにより、従来の日平均値を対象とした測定ではわからなかった短期的な水銀濃度の変化を捉えることができました。本測定方法は米国などでも用いられており、測定値の国際比較も可能です。辺戸岬における環境監視結果については、パートナーシップの暫定レポート³⁾に記載されており、アジア大陸起源の水銀の長距離輸送の実態解明に役立つものと考えています。

表1 大気中有害金属類等の監視内容

Component	Measurement items	Sampling and analytical methods
Atmosphere	Mercury Mercury speciation (Hg ⁰ , RGM, TPM) Hg(0)	Continuous measurement with Tekran mercury speciation system 24 hours continuous sampling by gold trap amalgamation method and analysis by ICP/MS
	Particulate matter Pb, Cd, Cu, Zn, As, Cr, V, Ni, Se, Sb, Ba, Co, Mn, Sn, Te, Tl, Be, Al, Fe, Ca, Na, K Hg and the same items as particulate matters	Seven days continuous sampling by the low-volume sampler and analysis by ICP/MS ¹⁾
Precipitation		Sampling by the automatic wet-only sampler and analysis of heavy metals by ICP/MS, Hg by gold trap amalgamation ²⁾

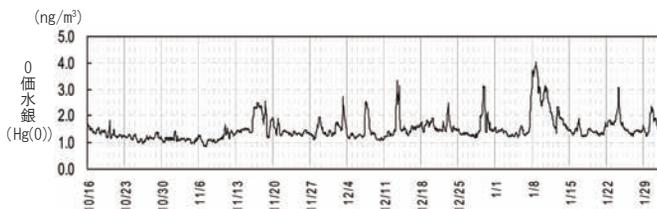


図3 金属水銀の1時間平均値(2007年10月～2008年1月)

アジア地域における水銀観測ネットワークの構築支援

長距離越境大気汚染条約・半球移動タスクフォース(TF HTAP)と東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)が共同で主催した国際ワークショップが、2008年10月、ベトナム国ハノイ市において開催されました。ワークショップでは、アジア地域の大气汚染に焦点をあて、汚染物質の地域及び大陸間の輸送に関する科学・技術協力を促進することを目的として、アジア18カ国、欧米9カ国から約90名参加し、5つのセッションで発表と討議が行われました。

水銀観測のセッションは、環境省の専門検討会の委員長である鈴木規之先生(国立環境研究所)が座長を務められ、当社は開催準備をサポートいたしました。日本からは、鈴木委員長のほか、検討会委員高岡昌輝准教授(京都大学大学院)が日本の水銀排出インベントリについて、また、当社は沖縄県辺戸岬における有害金属類の環境監視計画について発表しました。

世界の水銀大気排出量の5割以上が中国等のアジア大陸から排出されていると言われております。韓国、中国においても都市部やバックグラウンド地域において、大気中水銀の連続観測を行い、長距離輸送される水銀のモデルの研究が始まっています。セッション討議では、将来、東アジア地域において、水銀大気モニタリングとモデリング、排出インベントリ等について情報を共有し、共同研究の



写真1 国際ワークショップ(2008年10月ハノイ市)

可能性に向けて協力を進めていくことで意見が一致しました。

大気中水銀グローバルアセスメント:その排出源、排出量、輸送に関する報告書

UNEPでは、排出源や排出量に関して各国政府、国際機関、NGO等からの情報提供に基づき、大気中水銀グローバルアセスメント(Global Atmospheric Mercury Assessment: Sources, Emissions and Transport)及び技術資料(Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment)を作成しています。わが国からも国内の水銀に関する調査に基づき、輸出入の状況、使用量の推移、マテリアルフロー(図4)、排出インベントリについて、当社がまとめた情報を提供しています⁴⁾。

報告書案は、2008/11現在、暫定版がUNEPのホームページにアップされています⁵⁾。これらのUNEP報告書は、2009年2月の第25回管理理事会に提出される予定です。

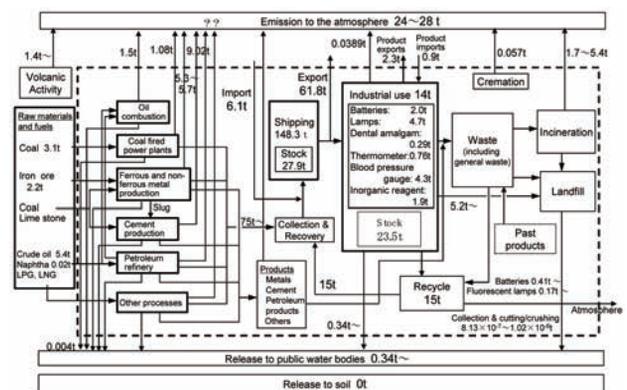


図4 わが国における2002年の水銀マテリアルフロー⁴⁾

今後の発展

環境省が今後策定する有害金属対策戦略は、将来、東アジア・太平洋地域における水銀等の監視ネットワーク構築のための足掛かりとなるばかりでなく、全球規模の水銀等の挙動を把握し、有害金属削減施策の効果を予測、監視する体制に貢献するものとも位置づけられます。当社は、今後とも水銀等の有害金属類の継続的な監視や排出インベントリ等に関する調査、検討に協力し、国際的な水銀対策活動に貢献してまいります。

〔引用文献〕

- 1) UNEP Chemicals (2002) GLOBAL MERCURY ASSESSMENT. (<http://www.chem.unep.ch/mercury/Report/Final%20Assessment%20Report.htm>)
- 2) UNEP Chemicals, Overarching Framework – UNEP Global Mercury Partnership. (http://www.chem.unep.ch/mercury/partnerships/new_partnership.htm)
- 3) UNEP Global Mercury Partnership Mercury Air Transport and Fate Research partnership area (2008) Mercury Fate and Transport in the Global Atmosphere: Measurements, Models and Policy Implications (Interim Report). ([http://www.chem.unep.ch/mercury/Sector-Specific-Information/Fate%20and%20Transport\(1\).htm](http://www.chem.unep.ch/mercury/Sector-Specific-Information/Fate%20and%20Transport(1).htm))
- 4) Japan (2007) Japan's Current Status of Supply and Demand of Mercury, and Activities implemented to Reduce Risks using the Most Advanced Technologies. (http://www.chem.unep.ch/mercury/Call_for_information/Japan-submission.pdf)
- 5) UNEP Chemicals (2008) Global Atmospheric Mercury Assessment: Sources, Emissions and Transport. (http://www.chem.unep.ch/mercury/Atmospheric%20Emissions/Atmospheric_emissions_mercury.htm)

地球温暖化を踏まえた積雪融雪現象予測モデルの開発

東北支店 水圏グループ 小原 一哉

地球温暖化は、積雪寒冷地特有の降雪・積雪・融雪現象に大きな変化をもたらします。融雪洪水形態の変化に加え、積雪水量の減少に伴う河川水利用などへの深刻な影響が懸念されています。ここでは、「地球温暖化の適応策」を模索する一つの基礎モデルとして開発した河川融雪流出量予測モデル(岩手大学との共同研究)のうち、その核となる積雪融雪現象予測モデル(積雪深と地面到達量予測)について紹介します。

降水量、積雪水量、融雪水量について

積雪融雪現象予測モデルでは、降水から融雪に至る全過程を水量の連続性をもとに評価します。上空から地上付近に到達する水量を「降水量」(ここでは既知とします)、降水量の一部で雪の形態をとり地表面に貯留している水量を「積雪水量」、融解して積雪水量から除かれる水量を「融雪水量」、融雪水量のうち積雪層を経由して地面に到達する水量を「地面到達量」と定義します。また、任意の時刻において、積雪層の空隙中を浸透している水量を「浸透水量」、浸透水量のうち降雪粒子に付着する水量を「保水量」と定義します。(図1)

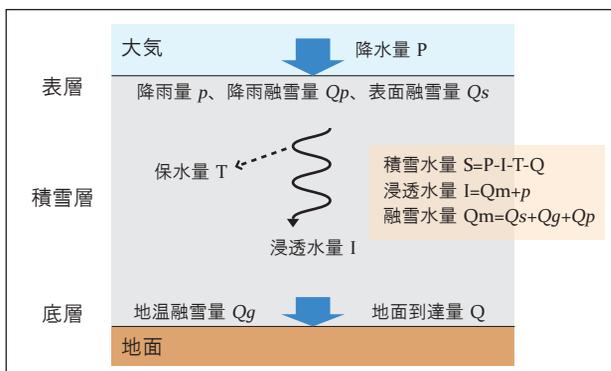


図1 降水から融雪に至る水量の流れ(同時刻)

降水形態の判別について(降雪と降雨)

積雪融雪現象を予測する第一歩は、降水量の形態(降雪、降雨)を判別することです。本モデルでは、降雨の発生確率が50%以下となる地上の気温で代表させ、それを「降水形態判

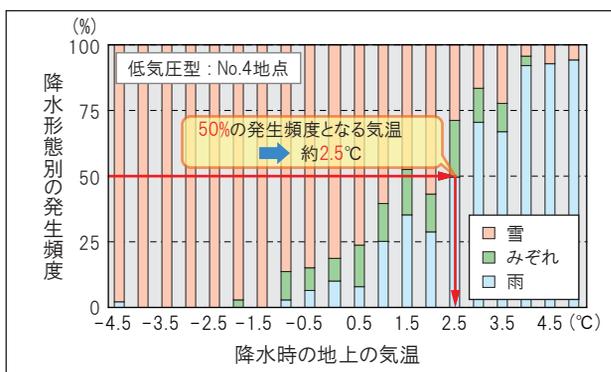


図2 降水時の気温と降水形態の関係

別気温(Tc)」と呼んでいます(図2)。

降水は、上空の降雪粒子が地上に落下する過程で融解しきれば降雨になります。つまり、地上の降水形態を予測するためには、降雪粒子を融解させる大気熱量を常に想定しなければなりません。しかし、現在の高層気象観測体制では、現実的・実用的な運用が難しいため、地上の気温で代表することとしました。

ここで、上空に至る気温変化の特性は、降水要因によって大きく異なるため、地上と上空の気温差が大きい季節風型とその逆の傾向を持つ低気圧型とに分類してTcを設定しました。その結果、低気圧型Tcの方が低いこと、両者ともに標高依存性があること(上昇すること)がわかりました。(図3)

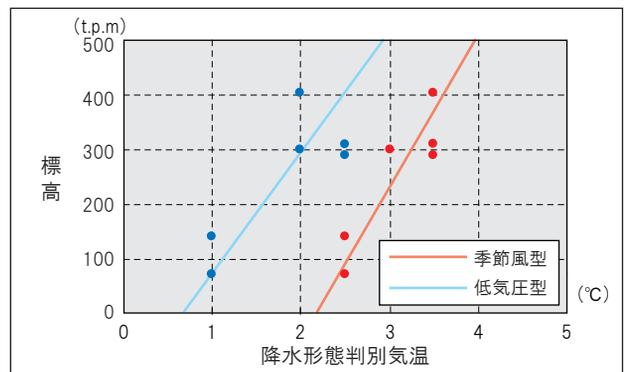


図3 降水形態判別気温と標高の関係

融雪水量の算定について

融雪形態は、気温や日射の熱量によって積雪表層付近で発生する「表面融雪」、地面熱量によって底層付近で発生する「地温融雪」、及び降雨が持つ熱量によって積雪表層付近で発生する「降雨融雪」(ここでは、省略)に分類されます。

表面融雪量は、熱収支法を用いて理論的に定量化が可能です。しかし、河川流域内の日射量、湿度、気温などを時空間的に連続して観測している例はほとんどないため、熱収支法の実用性は非常に低いこととなります。

そこで、本モデルでは、単位計算時間の正気温の合計値(積算暖度)に表面融雪係数(Dhf)を乗じた値で積雪表層部に作用する正の総熱量を代表させるDegree-Day法を適応して、実用性を確保しました。

一方、地温融雪量(Qg)は、底層が積雪によって概ね一定温度に保温されていることから、地温によらず安定した融雪量が観測されました。地温融雪量は概ね直接地面に浸透し、厳寒期の基底流量に相当します。

積雪層の物性と主な現象について

融雪水量は、浸透過程でその一部が雪結晶間に付着するため、地面到達量とは異なる値を示します。その程度は、積雪層の密度や湯き具合によって変化します。また、保水量の一部は、夜間冷却によって再凍結し、積雪水量や乾き密度を変化させます。従って、これらの積雪層内部の主要な現象をモデル化する必要があります。

積雪層は形成履歴(荷重と経過時間)が異なる複数の層から構成され、また、応力に対して、弾性と粘性の性格を併せ持ちます。そこで、圧密現象をモデル化するため、積雪層を粘弾性体と取り扱い、室内実験や断面観測を行いました。これらの実験から、応力と歪み速度の関係を表す粘性係数(η)を求めた結果、新雪密度(Rns)を初期値とし、降雪後の荷重と経過時間履歴に応じた圧密後の乾き密度を高い精度で予測できるようになりました(図4)。

保水能力も実験(種々の乾き密度を持つ供試体の注水実験)によって求めた結果、可能保水率(Rwh)は、乾き密度の増加に伴い低下することがわかりました。

以上から、時々刻々変化する積雪層の乾き密度とその影響を受ける地面到達量とを一体的に評価することが可能となりました。また、密度をもとに積雪水量を積雪深に変換することができるため、観測しやすい積雪深を用いることで、モデル精度の管理も容易になりました。

なお、外気温の影響を受ける積雪表層部からの深度は、再凍結深(Sdr)として、実験から20cmと設定しました。

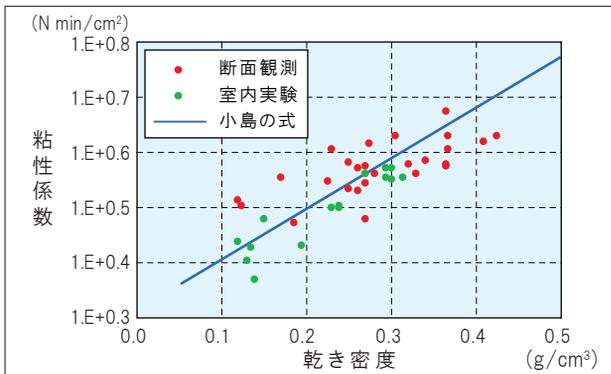


図4 乾き密度と粘性係数の関係

モデルの精度について

本モデルでは、降水、積雪、融雪に至る全過程を3つの素過程に分類し、降水量と気温が既知である地点の地面到達量と積雪深を日単位で予測します(図5)。

全期間を通じ、積雪深と地面到達量ともに、良好な精度で予測可能であることがわかります(図6)。

その一方、初冬期及び晩冬期に予測値が乖離する時期が確認されます。同時期は、特に、積雪の有無自体の誤差やTcの誤差が予測精度に大きな影響を与えます。ただし、これらは時間単位の予測方法を適応することで、多くが解消されると考えています。

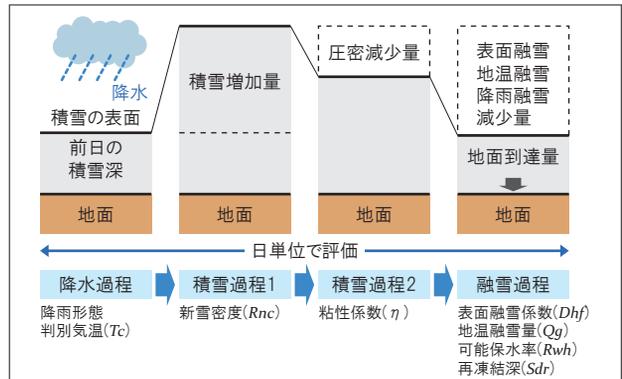


図5 積雪融雪現象予測モデルの素過程とパラメータ

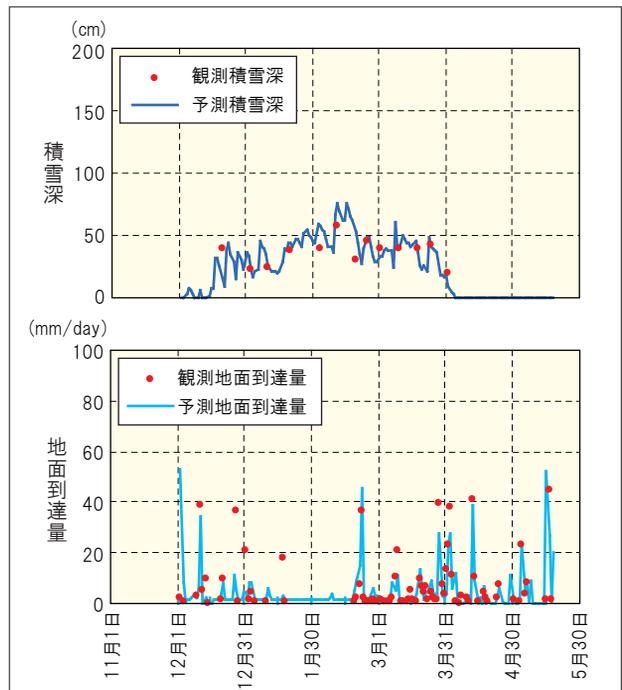


図6 積雪深と地面到達量の予測例(N0.1地点, 1993)

今後の取り組み

時間単位の予測計算では、積雪層内部の浸透速度をモデル化する必要があります。浸透速度は、密度、含水量、雪質などによって30~150cm/hrと大きく変動することがわかっており、河川流域の規模によっては、流域や河道の到達時間以上に流出誤差に影響を与える要素となります。今後、慎重かつ早期にモデル化を図る予定です。



CORPORATE DATA

社会基盤の形成と環境保全の総合コンサルタント

Integrated Consultancy on Infrastructure Development and Environmental Conservation

商号	いであ株式会社	Corporate Name	IDEA Consultants, Inc.
創業	昭和28年5月2日	Founded	May 2, 1953
本社所在地	東京都世田谷区駒沢3-15-1	Head Office	3-15-1 Komazawa, Setagaya-ku, Tokyo, Japan
資本金	31億7,323万円	Capital	3,173 million yen
従業員数	910名(2008年12月31日現在)	Employees	910 (as of December 31, 2008)
役員	代表取締役会長 田畑 日出男 代表取締役社長 入江 洋樹	Representative Corporate Executive Officers	Chairman Hideo TABATA President Hiroki IRIE
事業内容	<ul style="list-style-type: none"> - 河川計画 - 海岸保全計画 - 河川・海岸構造物の設計 - 道路・交通都市計画 - 橋梁の設計・管理 - 災害危機管理 - 災害復旧計画 - 環境調査 - 理化学分析・実験 - 環境影響評価 - 環境リスクの評価・管理 - 環境計画 - 建設事業のマネジメントシステム - 自然環境の調査・解析 - 生物生息環境の保全・再生・創造 - 水辺のアメニティ - 道路・都市空間のアメニティ - 情報システム - 海外事業 	Business Fields	<ul style="list-style-type: none"> - RIVER PLANNING & WATER RESOURCES MANAGEMENT - COASTAL ZONE & ESTUARY MANAGEMENT - DESIGN OF RIVER & COASTAL STRUCTURES - HIGHWAYS, TRANSPORTATION, & URBAN PLANNING - DESIGN & MANAGEMENT OF BRIDGES - DISASTER RISK MANAGEMENT - DISASTER MITIGATION & RESTORATION - ENVIRONMENTAL RESEARCH - PHYSICAL & CHEMICAL ANALYSIS, EXPLANATION - ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT - ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT & MANAGEMENT - ENVIRONMENTAL PLANNING - ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM OF CONSTRUCTION WORKS - ECOLOGICAL SURVEY & ANALYSIS - HABITAT CONSERVATION & RESTORATION - AMENITY OF WATERFRONT - AMENITY ROAD & CITY PLANNING - INFORMATION SYSTEM - OVERSEAS PROJECTS
連結子会社	新日本環境調査株式会社 沖縄環境調査株式会社 東和環境科学株式会社	Consolidated Companies	Shin-Nippon Environmental Research Co., Ltd. Okinawa Environmental Research Co., Ltd Towa Environment Science Co., Ltd

拠	点	本	社	〒154-8585	東京都世田谷区駒沢 3-15-1	電話:03-4544-7600
		国	土	〒224-0025	神奈川県横浜市都筑区早渕 2-2-2	電話:045-593-7600
		環	境	〒421-0212	静岡県焼津市利右衛門 1334-5	電話:054-622-9551
		環	境	〒105-0004	東京都港区新橋 6-17-19(新御成門ビル)	電話:03-5405-8150
		大	阪	〒559-8519	大阪府大阪市住之江区南港北 1-24-22	電話:06-4703-2800
		沖	縄	〒900-0003	沖縄県那覇市安謝 2-6-19	電話:098-868-8884
		札	幌	〒060-0062	北海道札幌市中央区南二条西 9-1-2(サンケン札幌ビル)	電話:011-272-2882
		東	北	〒980-6016	宮城県仙台市青葉区中央 4-6-1(SS30ビル)	電話:022-263-6744
		名	古	〒455-0032	愛知県名古屋港区入船 1-7-15	電話:052-654-2551
		広	島	〒730-0051	広島県広島市中区大手町 2-1-1(広島商中日生ビル)	電話:082-545-8500
		広	島	〒730-0841	広島県広島市中区舟入町 6-5	電話:082-532-2511
		四	国	〒780-0053	高知県高知市駅前町 1-8(第7駅前観光ビル)	電話:088-885-3112
		九	州	〒812-0055	福岡県福岡市東区東浜 1-5-12	電話:092-641-7878
		画	像	〒154-8585	東京都世田谷区駒沢 3-15-1	電話:03-4544-7660
		シ	ス	〒370-0841	群馬県高崎市栄町 16-11(高崎イーストタワー)	電話:027-327-5431
		北	陸	〒950-0087	新潟県新潟市中央区東大通 2-5-1(KDX新潟ビル)	電話:025-241-0283
		営	業		青森、盛岡、秋田、山形、福島、北関東、茨城、千葉、長野、新潟、富山、金沢、 神奈川、相模原、静岡、岐阜、三重、福井、滋賀、奈良、和歌山、神戸、岡山、 高松、徳島、高知、山陰、山口、北九州、佐賀、長崎、熊本、奄美、沖縄北部	
		海	外		北京(中国)、ジャカルタ(インドネシア)、マニラ(フィリピン)	

I-NET

FEBRUARY 2009 Vol.21 (2009年2月発行[年3回発行])

編集・発行:いであ株式会社 企画部広報室
〒154-8585 東京都世田谷区駒沢3-15-1
TEL. 03-4544-7603, FAX. 03-4544-7711
ホームページ: <http://ideacon.jp/>

人と地球の未来のために —
いであ株式会社

お問い合わせ先
E-mail: idea-quay@ideacon.jp

