甲第 23 号証

ISSN 1341-1187

エコテクノロジー研究

JOURNAL OF ECOTECHNOLOGY RESEARCH

VOL. 9 No. 3 2003

International Association of Ecotechnology Research

特定非営利活動法人
エコテクノロジー研究会

Official Journal of
International Association of Ecotechnology Research

Journal of Ecotechnology Research

Vol.9 No.3 November 2003

エコテクノロジー研究　第9巻第3号(通巻20号) 2003年11月

富山工業高等専門学校創立40周年記念

第10回エコテクノロジーに関するアジア国際シンポジウム講演要旨集

目 次

【特別講演】

I-1 Concept Of 21st Century COE Program In Nagoya Institute Of Technology "Center of Excellence For Ceramic Research" And A Research For New Fuel Cell
NOGAMI Masayuki　S2

I-3 Effective Management Plan In The Small Urban River
-Improvement of water quality by porous concrete-
OH Jong-Min and CHOI I-Song　S8

I-4 途上国の環境問題と適正技術の国際共同開発
原田 秀樹　S12

【シンポジウム講演】

S-1 Leaching Behaviors of Some Combustion Residues for Evaluation of Their Pollution Potential
SAIKIA Nabajyoti, SAKAGUCHI Yuji, KATO Shigeru and KOJIMA Toshinori　S18

S-2 中国山西省太原で採取したエアロゾルの化学的特徴
柳澤文孝, 大久保里美, 末松孝之, 李麗新　S20

S-3 新世代飛行船としてのソーラー飛行船の研究開発
梅野正義, 近藤清行, 青木栄, 齋藤康多, アディカリ スディープ, オマル アシュラフ, 内田秀雄　S22

S-4 Research on Glass Ceramics from Ferrous Tailings and Slag
LIU Chengjun, SHI Peiyang and JIANG Maofa　S24

【一般口頭発表】

O-1 未利用資源を原料としたDCPDの合成条件のシステム工学的解析
平木岳人, 袋布昌幹, 丁子哲治　S28

O-2 リサイクルを目指した廃耐火物の重金属類汚染状況の把握
立田真文, 加藤明久　S30

O-3 風力を利用した小型海水淡水化蒸留器の提案と基礎特性
中武靖仁, 田中大　S32

O-4 ヒートパイプを用いた太陽熱多重効用型蒸留器の屋内実験
田中大, 中武靖仁, 田中真人　S34

O-5 凝集剤添加型排水処理プロセスにおけるアンモニア酸化細菌の機能活性発現に着目した分子生物学的解析
山崎宏史, 星野一宏, 長谷川隆, 岩見 徳雄, 稲森 悠平　S36

O-6 富山県内におけるエネルギー変換可能なバイオマス量の推算
立田真文, 高田雅史, 松浦英樹, 中山栄一, 江尻容子　S38

O-7 マイクロ波を用いた無機材料の急速合成
上松 和義, 藤合 あゆみ, 戸田 健司, 佐藤 修史　S40

P-78 環境負荷を低減した化工澱粉である湿熱処理澱粉の発酵性評価
井浦和也，菅原正義 S200

P-79 塩水の上面凝固に伴うソルトフィンガー現象の数値解析
横沢弘明，鎌倉勝善 S202

P-80 濃度成層のある水溶液の入った容器を加熱した場合の二重拡散自然対流
竹田裕也，鎌倉勝善 S204

P-81 石膏のリサイクル技術の開発
下関慎哉，西野亮太，袋布昌幹，丁子哲治 S206

P-82 多機能バイオ養土を用いたホタル飼育と環境の改善
阿部直男，稲垣照美，廣瀬清，深田芳憲 S208

P-83 パルス電解による二酸化炭素の還元固定化
坂朋子，湯本哲也，針馬真子，大西康幸，泉生一郎 S210

P-84 円柱状氷生成による無機塩の濃縮
浅間清，山口東吾，鄭軍，田口洋治 S212

P-85 水溶性キレートポリマーと多孔質中空糸膜を用いた金属イオン回収法における物質移動速度
鄭田和也，斎田順子，加藤雅裕，菅田太平 S214

P-86 水溶性ビタミン添加による油脂含有廃液の浄化
天野哲朗，山崎宏史，藤橋昭一，長野一宏 S216

P-87 干潟底泥の水質浄化能力に及ぼす塩分濃度の影響
上原和朗，原田浩幸 S218

P-88 ストラバイト法を用いた畜舎排水からのリン化回収に関する研究
吉田哲郎，原田浩幸 S220

P-89 黒ぼく成形ペレット充填カラムを用いた豚舎排水中のリン吸着に関する研究
伊藤大輔，吉田哲郎，原田浩幸 S222

P-90 673Kにおける，環境材料を用いる1-ニトロピレンの除去反応
田畑勝弘，斉藤大輔，竹島和良，丁子哲治，阪川和一，岩井正雄 S224

P-91 スルファミン酸による硝酸イオンの化学的還元
加賀谷重浩，前田信明，長谷川淳 S226

P-92 ポリチオアミドに吸着したパラジウムの溶出：有機廃液中パラジウムの分離・回収への応用
加賀谷重浩，阿合信宏，真草崇都美，佐藤恵美，神原貴樹，長谷川淳 S228

P-93 落花生さや殻の新規有効価値利用法の開発
横本めぐみ，菅原正義 S230

P-94 ボールミル処理によるアミロース単離法の検討
椎谷友博，井浦和也，菅原正義 S232

P-95 排液中芳香族化合物の無酸素紫外線分解 —置換基の種類と分解挙動—
前澤秀明，川上貴教，波多宏子，田口茂，白山榮 S234

P-96 無電解ニッケルめっき老化液のリサイクルシステム
村井忠津香，岩井正雄 S236

P-97 FRPのケミカルリサイクルに関する研究
松澤知紀，畔田博文，永井隆穂，斎藤政彦，柴田勝司 S238

P-98 イオン性液体に対する乳酸菌の耐性
望月健嗣，松本道明，近藤和生 S240

P-99 教育に「PDCA」を安易に取り入れることの危険性～創造的技術者教育をめざして ～
伊藤通子，丁子哲治 S242

Journal of Ecotechnology Research, 9[3] (2003)
ASET-10

P-82

多機能バイオ用土を用いたホタル飼育と環境の改善

The Firefly rearing using multi-functional breeding soil

○阿部宣男・稲垣照美.・廣瀬 満.・深田芳恵.

板橋区ホタル飼育施設・茨城大学大学院 〒175－0082 板橋区高島平4－21－1
.茨城大学 〒316－8511 茨城県日立市中成沢町4－12－1
.（株）広瀬 〒275－0026 千葉県習志野市谷津4－8－48
.（株）未来 〒112－0013 文京区音羽1－15－15－103

OABE Norio, INAGAKI Terumi,.HIROSE Mitsuru. and FUKADA Yosie.

Itabashi Firefly Facility&Ibaraki University, 4-21-1 Takashimadaira Itabashi-ku 175-0082 Japan
.Ibaraki University, 4-12-1 Nakanarusawa-mati Hitachi-si 316-8511 Japan
.Hirose Co. Ltd., 4-8-48 Yatu Narasino-si 275-0026 Japan
.Mirai Co. Ltd.,1-15-15-103 Otowa Bunkyou-ku 112-0013 Japan

Abstract

As an approach to restore the ecosystem, the Itabashi Firefly Facility has successfully bred successive generations of fireflies in a closed environment and is conducting a practical investigation and research in some open environment areas as well. Activating the environmental soil and limicolous bacteria, as well as the breeding water in contact with the soil, plays an important role in the stable spread of *Luciola cruciata* and *Luciola lateralis*. More specifically, breeding water for fireflies can be worked only in cooperation with the environmental soil. This has prompted us to examine in this study the relationship between breeding water for fireflies, soil, and various types of bacteria.

緒 言

板橋区ホタル飼育施設では、生態系回復のアプローチとして、閉鎖空間のホタルの飼育に幾世代にも亘り成功しており、開放空間でも幾つかの地域で実践調査・研究している。ゲンジボタルやヘイケボタルを安定に発生させるためには、環境土壌とその中に生息する細菌類の活性化、さらにそれに接する飼育水が大きな役割を果たすと考えられる。すなわち、ホタルの水は、環境土壌と組み合わせて初めて成立するのである。このことから、本研究では、ホタル飼育に関わる飼育水、飼育養土及び各種細菌類などの関わりについて考察することにした。

1 ホタル飼育水と上陸養土の条件

まず、ホタルの飼育に最適な水やその必要条件について述べる。「ホタルの生息に適した水」の主な特徴は、次のようにまとめることができる。すなわち、①弱アルカリで軟水、②カルシウムを中心に多様なミネラルを適度に含んだ軟水、③生命維持の必須栄養素を豊富に保有する水、④酸素を充分に含んで、好気性微生物が繁殖し、浄化能力が高い水、である。板橋区ホタル飼育施設において、ホタルの大量飼育に成功している温室の水流系「せせらぎ」や、ホタル飼育用の生態水槽の飼育水を、「ホタル飼育に望ましい、理想的な水質のモデル」とすると、溶存酸素 *mlll* は常に飽和状態であり、亜硝酸イオン（NO_2^-）とアンモニウムイオン（NH_4^+）は限りなく0 *mlll*、硝酸イオン(NO_3^-)は0～50 *mlll* の範囲である。なお、水質や土壌環境の改善には、各種のろ過材を検討した結果、ろ過機器を水中に設置する方式を採用している。

次に、ホタルの飼育に最適な飼育養土やその必要条件について述べる。「ホタルの生息に適した土壌」の主な特徴は、次のようにまとめることができる。すなわち、①ミネラル分を豊富に含み、水生動植物の培養土として高い能力がある土壌、②土壌・水中バクテリアが活性化され、多種多様な生物が繁殖できる土壌、③pHの安定機能を長時間維持でき、経済的にも優れ、取り扱いが簡単な土壌、である。これらの条件を満たす土壌として、当施設と（株）広瀬と共同開発し、国内外の特許を取得した「多機能バイオ養土」や「繁殖土バイオ養土」がある。これらは、顕著に飼育環境を改善する効果を発揮し、各地域から移譲した土壌を使わずに単独で使用する場合、繁殖土バイオ養土を上陸地及び湿地帯等に使用する事で高い効果を発揮することも実験を通じて明らかになっている。

以上の指標を基準として、我々は、ホタル復活に向けた実践的視点から、これまでに全国各地でホタルが自生する100数ケ所以上の河川・小川・湧水から採取した水や環境土壌を調査してきた。採取した水と土壌を利用して、３０×４５cmの容器内でカワニナとホタル及び水生動植物を飼育しながら、ろ過材と養土を加

減して水質の変化を調査した。なお、測定は、デジタル水質計測器（堀場製作所）、簡易水質検査薬（テトラ社）、パックテスト（共立理化学研究所）などを用いて行った。さらに、適当な条件下では、カワニナが繁殖を開始することから、「カワニナ稚貝」の一定数の繁殖も水質改善の重要なバロメーターとして活用した。その結果、ほとんどの地域の水では、3 箇所を除きカワニナの繁殖が可能になり、ホタル飼育に可能な水質を取り戻すことができた。かなり困難と考えられた都市の河川水でさえも、時間と適切な養土とろ過材で生息可能な水質を取り戻すことができた。なお、生存に直接関わる重大な要素となったのは、残留 NO_2^-の動向であった。また、NO_3^-は、150 *ml/l*までは実践上の障害はないことも明らかになった。

ゲンジボタル、ヘイケボタルは、約9ヶ月の水中生活の後、雨が降り続いている日没後約1時間半から2時間後に上陸し、潜土する。その後、約３０日から４０日間に亘り土中の繭の中で蛹になる。そのため、羽化するまではカビが発生しない環境土壌がどうしても必要である。これらの土壌は、前記した特徴を備えていなければならないことに加え、ミネラル等を水中へ放出する役割も担っており、生態循環を保持する上でも大切な役割を果たしている。なお、これらの条件を満たす養土には、通常、表１に示すような好気性バクテリア群が豊富に生息しているのである。

温度（℃）	生物の種類（属）	分類	作用温度（℃）	作用の内容	主な分解物質
5	フラボバクテリウム	細菌	5~18	[illegible]	
10	アクロモバクター	細菌	5~18	[illegible]	
15	スフーチモナデーレス	細菌	5~18	[illegible]	
20	ブレビバクテリウム	細菌	5~18	脱窒作用	
25	ストレプトミセス	放線菌	15~45	脱窒作用	
	アースロバクター	細菌	15~45	[illegible]	
30	デバリオミセス	酵母菌	25~45	分解作用	
	アクチノミセス	細菌	25~45	分解作用	フェノール
35	メタルジア	糸状菌	25~45	脱窒作用	
	ニトロソモナス	硝化菌	25~45	亜硝酸化	アンモニア
40	ニトロバクター	硝化菌	25~45	硝酸化	アンモニア
	ムコール	糸状菌	25~45	リグニン分解	
45	ピキア	酵母菌	25~45	脱窒作用	
50	ミクロビスポラ	放線菌	45~70	分解作用	
55	アスペルギルス	糸状菌	45~70	脱窒作用	
60	バチルス	細菌	45~80	脱窒作用	
65	サーモアクチノミセス	細菌	45~80	脱窒作用	
70	チオバチラス	硫黄菌	55~71	脱硫作用	硫黄臭、シアン化合物
75	セルロモナス	細菌	55~75	分解作用	
80	クロストリジウム	細菌	55~80	脱窒作用	

表１．水・養土に生息する好気性バクテリア

2 窒素化合物分解の必要性

近年、河川では、工業排水や住宅排水からの汚染物質により環境破壊や土壌汚染が進み、ホタルなど様々な水生動植物群の生態系が破壊されてきた。その結果、カワニナやホタル幼虫が生息できない地域が全国各地の広範囲に分布する結果となった。

窒素循環は、生態系の主要な機能の一つである。そこに生息する動物にとっては、窒素系物質の無害化が重要な要素でもある。このことは、水中における窒素系化合物の動向に関しても同様である。たとえば、清流という十分な酸素を含む好気性条件下では、窒素系のNH_4^+ やNO_2^- は、NO_3^-にまで好気性硝化細菌によって酸化される。NH_4^+は独立栄養細菌ニトロソモナスによりNO_2^-に酸化される。さらにNO_2^-は、同様な硝化細菌ニトロバクターによりNO_3^-に酸化される。窒素系化合物の最終生成物である NO_3^-は、無毒化されており、かつ植物に吸収される。

硝化を司る独立栄養硝化細菌は、従属栄養細菌と異なり、窒素化合物の酸化によりエネルギーを獲得し、各種ミネラルをも同化しながら増殖するので、これらの硝化細菌群のための環境条件整備が重要である。さらに、これらの硝化細菌群は、世代交代に通常 20 時間以上必要で、他菌類より非常に長く、活性化の困難さを伴うものである。しかしながら、前述した多機能バイオ養土及び蛍繭土バイオでは、これらの問題も解決され、しかも長期にわたり活性化が持続していることも一連の研究を通じて明らかになった。

3 上陸・羽化と実践の成果

写真１は、同じ条件下の７５センチ水槽にゲンジボタル終令幼虫５０匹、ヘイケボタル終令幼虫５０匹入れたものである。また、表２は、比較した上陸数と羽化数を表にしたものである。表から、上陸数に対する羽化数の実数がバイオ養土を利用することで明らかに向上していることがわかる。

我々は、このバイオ養土を施設の「せせらぎ」にも使用して成果を挙げているが、各地域からの要請があり、これを「つくば市・ゆかりの森昆虫館」、「北九州市・ほたる館生態水槽」、「徳島県池田町・池田中学校」、「埼玉県朝霞市・滝の根公園ホタル生息地」などの開放空間にも導入し、一部は既に成果を挙げている。我々は、ただ単にホタルの数を増やす事が目的ではなく、ホタルが生息できる空間を提供することにより、様々な動植物の営みができる環境造り、生態系の回復を目指している。

種名	平均温度/湿度	通常用土（羽化/上陸）	バイオ用土（羽化/上陸）	終上陸日～最終羽化日	発光時間
ゲンジボタル	22℃/71%	14/25	45/48	02/05/22～06/25	19時～21時
ヘイケボタル	24℃/71%	21/31	47/49	02/06/28～07/25	19時～24時

表２．養土別羽化率

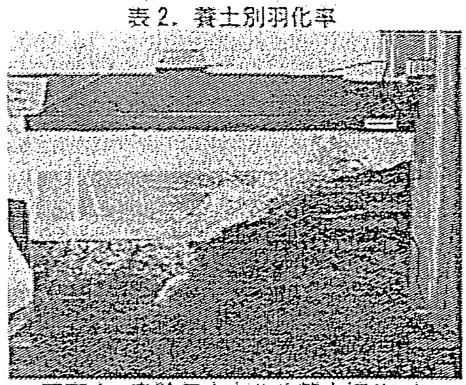

写真１．実験用ホタル生態水槽 No.1

結　言

本研究は、飼育水、飼育養土及び消化細菌などの土壌細菌とホタル飼育の関わりについて考察したものである。その結果、ホタルの飼育には、窒素循環が適切に制御された水と環境土壌が重要な要因であることが明らかになった。ホタルの生息に最適な水と土壌は、人々が快適かつ健康な日々の生活を営んで行く上でも重要な環境要因である。

参考文献

(1) 阿部宣男、ホタルのお話、(財) 全国建設研修センター、平成１４年度環境（生態）デザイン研修テキスト (2002)
(2) 阿部宣男、都市の中でのホタルの飼育と環境浄化の取り組み事例、(財) 全国建設研修センター、平成１４年度環境（生態）デザイン研修テキスト (2002)
(3) 阿部宣男他 5 名、「第 10、11 回環境工学総合シンポジウム 2000 講演論文集(2000·7), (2001·7)」