

研究成果情報

平成20年度

第25集

平成21年3月

独立行政法人
農業環境技術研究所

本誌から転載・複製する場合は
当所の許可を得てください。

はじめに

サブプライムローンに端を発した金融危機に陥る直前までの最近数年間における穀物価格の高騰は、私たちに改めて世界の食料事情について考える機会を与えました。その高騰は、異常気象による不作に加え、世界人口の増加、新興国の経済発展による需要の拡大、バイオエネルギー生産のための需要の増大、さらには、穀物市場への投機的資金の参入もあり、とうもろこし、小麦の国際価格は 2005 年から 2008 年夏までに、3 倍、コメにいたっては 5 倍にも値上がりしたというものでした。しかし、金融危機による世界経済の不況にも関わらず、今なお、穀物価格は高い水準にあります。

緑の革命は人口の増加に対応して食料生産の増大を可能とさせましたが、今世紀半ばまでに世界の人口が 90 億人に達すると予測されているなかで、再び緑の革命が希求されています。

緑の革命は、穀物の世界の平均収量を大きく増加させましたが、しかし他方では、化学肥料や農薬などの過剰投入によるものともいわれていますが、土壌劣化、地下水汚染など環境問題を誘発し、ついには収穫量の減少を導いているという事例も報告されています。第 2 の緑の革命にとっては、「食料」と「環境」を両立させる持続的な農業を探究しなければなりません。

環境研究には「問題があること」を発見する研究と「問題がないこと」を示していく研究の 2 つがあるといわれています。前者では現象を解明し、影響を評価し、必要な対策を導き出しますが、後者では現象の解明と影響の評価が重要となります。農業環境研究は、これらに加えて、農業環境資源を収集し分類し評価し、インベントリーを作成し、情報化し、総合化を行う研究もあります。

この研究成果情報平成 20 年度版は、目次を一瞥してお気づきのように、「普及に移しうる成果」と「主要研究成果」とに分けて研究成果を掲載しています。「普及に移しうる成果」は、平成 20 年度に上げられた農業環境研究の成果の中から主要なものを選定した「主要研究成果」の中で、国、県あるいは市町村行政部局、検査機関、民間、他独法や大学など試験研究機関、さらには農業現場などで活用されることが期待され、研究所としても積極的に広報および普及活動を行なうべき重要な成果であると位置づけられた成果です。昨年度版で紹介した「普及に移しうる成果」の中の「環境への負荷がより小さい低濃度エタノールを用いた低コストの新規土壌消毒法」が平成 19 年度農林水産研究 10 大トピックスに採択されていますが、平成 20 年度 10 大トピックスにおいても本成果情報で紹介する「植物の葉から採れたカビが生分解性プラスチックを強力に分解」が採択されています。こうした成果のみならず、ここに掲載されている成果のなかには新聞などマスコミに大きく取り上げられたものもあります。本書に採録されている研究成果が、「知識の創造」に寄与することはもとより数々の局面において役に立つものと確信しています。

本書が、皆様にとって有意義な情報になることを願うとともに、皆様からの忌憚のないご意見を得て、私たちの研究が更に深化する契機となることを期待しています。

平成 21 年 3 月

独立行政法人 農業環境技術研究所
理事長 佐藤 洋平

目 次

普及に移しうる成果*	1
1. キュウリのディルドリン残留濃度を予測できる土壌抽出法	2
2. カボチャのヘプタクロル類汚染対策技術	4
3. 植物の葉から採れたカビが生分解性プラスチックを強力に分解	6
4. 性フェロモンを利用したナシマダラメイガの発生予察用誘引剤	8
5. 温室効果ガスの可搬型自動サンプリング装置の開発	10
6. 明治時代初期の関東地方の土地利用をインターネットで閲覧できるシステムを開発	12
7. 北海道内の広域で発生した新害虫はヘリキスジノメイガだった	14
主要研究成果	17
1. 河川における水稻用除草剤の分解物の消長と藻類に対する急性毒性	18
2. ヘキサクロロベンゼン(HCB)を好氣的に分解・無機化する細菌の単離・同定と主要代謝経路の解明	20
3. ズッキーニを利用した土壌残留ディルドリンのファイトレメディエーション	22
4. 安定同位体を用いて植物に吸収されうるカドミウムの最大量を評価する	24
5. イネ品種間差を利用して、玄米のカドミウム汚染を低減	26
6. 日本における導入前雑草リスク評価法の構築	28
7. 外来植物の侵入は土壌 pH と有効態リン酸に関連している	30
8. ミトコンドリア遺伝子の部分配列による土着天敵ヤマトクサカゲロウと外来近縁種との識別法	32
9. ため池の多様なトンボ類を守るためには、池の環境だけではなく、池の配置も重要です	34
10. 2007 年夏季異常高温下での水稻不稔率の増加を確認	36
11. 水田からのメタン放出に対する大気二酸化炭素濃度と夜温上昇との相互作用	38
12. 東南アジアにおけるバイオ燃料増産による環境への窒素負荷の評価	40
13. 極低温条件でも降水の量と継続時間を正確に長期間保守なしで実測できる測器の検証	42
14. 東アジアの土地被覆・土地利用の時間的変化を広範囲で捉えるための植生指数データセット	44
15. 農業環境インベントリーシステムの Web 公開	46
16. 国内における線虫学関連文献目録の公開	48

*「普及に移しうる成果」とは、行政部局、検査機関、民間、他の試験研究機関（他独法、大学等）および農業現場等で活用されることが期待され、研究所として積極的に広報活動および普及活動を行うべき重要な成果を選定したものです。

普及に移しうる成果

キュウリのディルドリン残留濃度を予測できる土壌抽出法

〔要約〕

50%メタノール・水（メタノールと水の容積比）抽出により得られた土壌中ディルドリン濃度は、土壌が異なっているにもかかわらずキュウリ植物体中ディルドリン残留濃度を予測出来ます。

〔背景と目的〕

近年、キュウリから残留基準値を上回る濃度でディルドリンが検出され、産地では、生産の自粛等の対応を余儀なくされています。そこで、栽培土壌とキュウリ植物体中ディルドリン濃度との関係を調べ、栽培前にキュウリのディルドリン残留濃度を予測できる土壌からの抽出方法を検討しました。

〔成果の内容〕

ディルドリン濃度および全炭素含量（T-C）が異なる土壌でキュウリ（品種名：シャープ1）をポット栽培し、キュウリ茎葉部への移行率と T-C との関係を調べた結果、両者には負の相関関係があり、T-C が多い土壌ではディルドリンが強く吸着され、キュウリへ移行しにくいと考えられました（図1）。したがって、キュウリ中ディルドリン残留濃度を予測するために、土壌中 T-C に応じたディルドリンの抽出率が得られる方法を検討しました。

上記の土壌から比率の異なるメタノール・水の混液（0%～100%：容積比）で抽出したところ、ディルドリンの抽出率と T-C との間には負の相関関係がありました（図2）。

各比率のメタノール・水の混液で抽出される土壌中ディルドリン濃度とキュウリ（品種名：シャープ1）茎葉中ディルドリン残留濃度から回帰直線を得た結果、50%メタノール・水による抽出は栽培土壌の種類が異なっているにもかかわらず植物体中ディルドリン残留濃度を予測できる最適な抽出方法であることが分かりました（表1と図3）。

本法をキュウリ栽培の適否を判定する方法として活用するため、現在、地域の農業研究機関と共同で、キュウリ果実中ディルドリンの残留濃度予測への適用性について実証試験を行っています。

本研究の一部は農林水産省の委託プロジェクト研究「生産・流通・加工工程における体系的な危害要因の特性解明とリスク低減技術の開発」による成果です。

リサーチプロジェクト名：有機化学物質リスク評価リサーチプロジェクト

研究担当者：有機化学物質研究領域 清家伸康、大谷卓、酒井美月、村野宏達

発表論文等：

清家ら、「土壌中の塩素化シクロジエン系農薬の抽出分析方法、土壌中の塩素化シクロジエン系農薬の抽出剤、土壌のウリ類栽培適正鑑別方法および収穫するウリ類中の塩素化シクロジエン系農薬濃度の予測方法」特願2008-199462

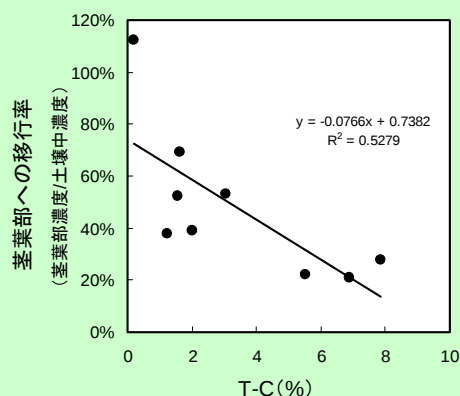


図1 土壌からキュウリ茎葉部へのディルドリン移行率（土壌とキュウリ中ディルドリンの濃度比）と土壌中 T-C との関係

土壌中 T-C によってディルドリンの地上部への移行率が異なり、T-C が多い土壌ほど地上部へ移行しにくいことが分かりました。

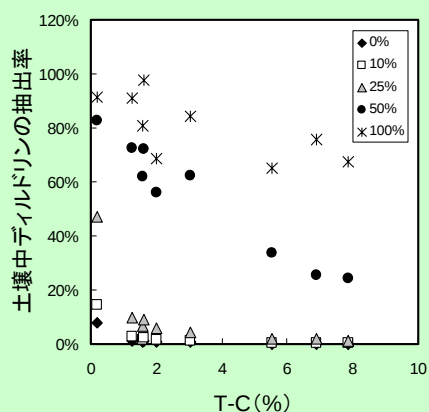


図2 メタノール・水の混液による土壌中ディルドリン抽出率と T-C の関係

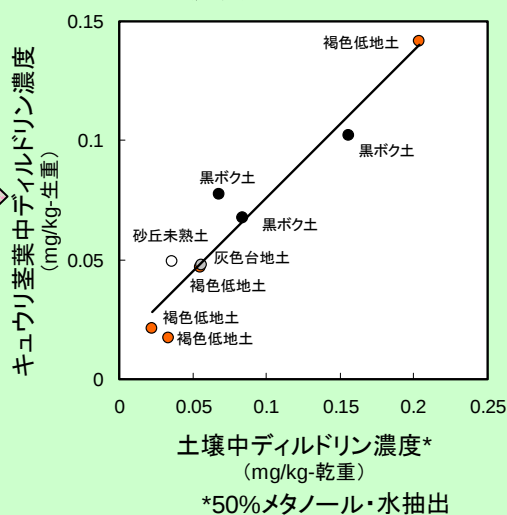
メタノール・水の混液（メタノールの割合が0%、10%、25%、50%、100%、容積比）で土壌からディルドリンを抽出したところ、抽出率と土壌中 T-C との間には負の相関関係にあり T-C が多い土壌ほど抽出されにくいことが分かりました。

表1 各種溶媒抽出における土壌中ディルドリン濃度とキュウリ茎葉部中ディルドリン残留濃度との関係

溶媒	割合(%)	傾き	切片	r ²	P値
メタノール	0	13	0.050	0.123	0.355
メタノール	10	7.7	0.470	0.166	0.277
メタノール	25	3.0	0.038	0.321	0.112
メタノール	50	0.62	0.015	0.918	0.0001
メタノール	100	0.31	0.020	0.719	0.004
アセトン	100	0.21	0.024	0.735	0.003

50%メタノール・水混液による抽出で得られる土壌中ディルドリン濃度がキュウリ中ディルドリン濃度の差異を最も良く表現しています。これを応用して、栽培前に土壌中濃度を知ることにより、栽培の適否が判定できます。この技術は特許出願中です。

図3 50%メタノール・水により抽出した土壌とキュウリ中ディルドリン残留濃度との関係



土壌の種類が異なっても本法の適用が可能です。なお、キュウリ台木品種が異なるとディルドリンの残留濃度が異なるため、濃度予測する場合は台木品種ごとに回帰式を作成する必要があります。

カボチャのヘプタクロル類汚染対策技術

〔要約〕

カボチャのヘプタクロル類汚染対策として、ウリ科以外の作物への転換、低吸収性品種の利用、および活性炭資材の土壌混和等、キュウリのディルドリン対策で用いた技術が適用可能であることを明らかにしました。

〔背景と目的〕

殺虫剤ヘプタクロルとその代謝物であるエポキシド体（両者をあわせて、以下ヘプタクロル類）は、土壌中消失速度が遅く、農薬登録の失効（1975 年）から 30 年以上経過した現在でも、農地に残留している場合があります。昨今、国内産カボチャの果実から残留基準値を上回るヘプタクロル類が検出され、産地では生産・出荷の自粛等の緊急対応を余儀なくされています。そこで、キュウリのディルドリン汚染対策で効果の認められた低吸収作物・品種の検索、ならびに吸着資材による吸収抑制技術のヘプタクロル類への適用性を検討しました。

〔成果の内容〕

ヘプタクロル類残留土壌で生育させた各種作物において、茎葉部ではウリ科でのみヘプタクロル類が顕著に検出されました（図 1）。これはディルドリンの植物吸収と同様の現象であり、ヘプタクロル類の吸収においてもウリ科の特異性が明らかになりました。汚染ほ場における代替作物としては、ウリ科以外であれば問題ないと考えられますが、根部ではウリ科以外からもヘプタクロル類が検出されるため、根菜類・イモ類は注意を要します。

主要作付け品種を中心としたカボチャ 10 品種をヘプタクロル類残留土壌で生育させ、その吸収性を幼植物で比較したところ、茎葉部濃度で 2 倍近くの品種間差異が認められました（図 2）。すでに、キュウリにおいて低吸収性台木品種の利用によるディルドリンの吸収抑制効果が明らかになっています（注 1）が、カボチャにおいても低吸収性品種への転換により、軽度の汚染であれば対処可能と考えられます。

各種吸着資材によるカボチャのヘプタクロル類吸収抑制効果を検討したところ、キュウリのディルドリン吸収抑制に効果があった（注 2）活性炭資材は、ヘプタクロル類においても顕著な効果を発揮しました（図 3）。その施用量は土壌の種類と汚染の程度に応じて変える必要がありますが、活性炭を土壌に混和することにより、カボチャのヘプタクロル類汚染を大きく低減することが期待できます。

このように、カボチャのヘプタクロル類汚染対策として、キュウリのディルドリン対策で用いた技術が適用可能であることが明らかになりました。低吸収性品種および活性炭資材を利用したカボチャのヘプタクロル類吸収抑制技術は、現地での吸収抑制技術実証事業に活用されています。

注 1 Otani and Seike J. Pestic. Sci., 32 : 235-242 (2007)

注 2 Hashimoto J. Pestic. Sci., 32 : 229-234 (2007)

本研究は農林水産省の委託プロジェクト研究「先端技術を活用した農林水産高度化事業」（ヘプタクロル類の土壌及び作物への残留予測と吸収抑制技術の開発）による成果です。

リサーチプロジェクト名：有機化学物質リスク評価リサーチプロジェクト

研究担当者：有機化学物質研究領域 大谷卓、清家伸康、牧野知之、村野宏達、酒井美月

発表論文等：Murano et al., Soil Sci. Plant Nutr., 55: 325-332 (2009)

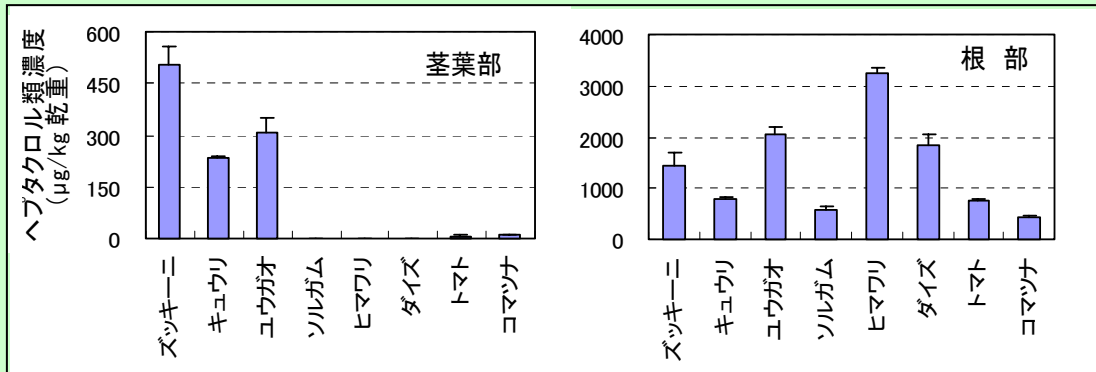


図1 残留土壌で生育させた各種作物幼植物の茎葉部・根部ヘプタクロル類濃度

I: 標準誤差 (n = 3)

ウリ科ではヘプタクロル類が茎葉部から顕著に検出されましたが、ウリ科以外は極めて低濃度でした。これはディルドリンの植物吸収と同様の現象であり、ヘプタクロル類においてもウリ科作物の吸収特異性が明らかとなりました。

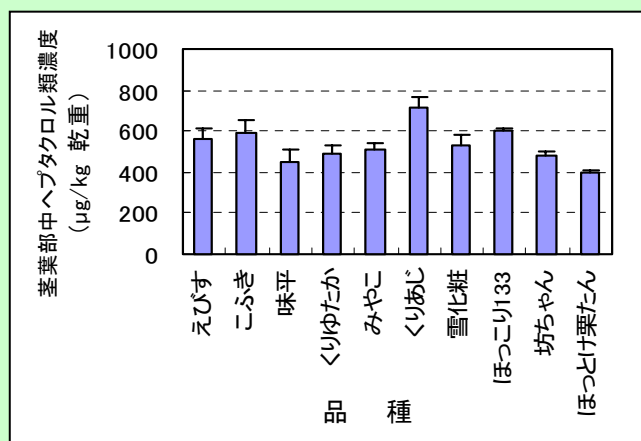


図2 残留土壌で生育させたカボチャ幼植物茎葉部ヘプタクロル類濃度の品種間差

I: 標準誤差 (n = 3)

カボチャのヘプタクロル類吸収には品種間差があり、低吸収性品種の利用によって軽度の汚染であれば対処可能と考えられます。

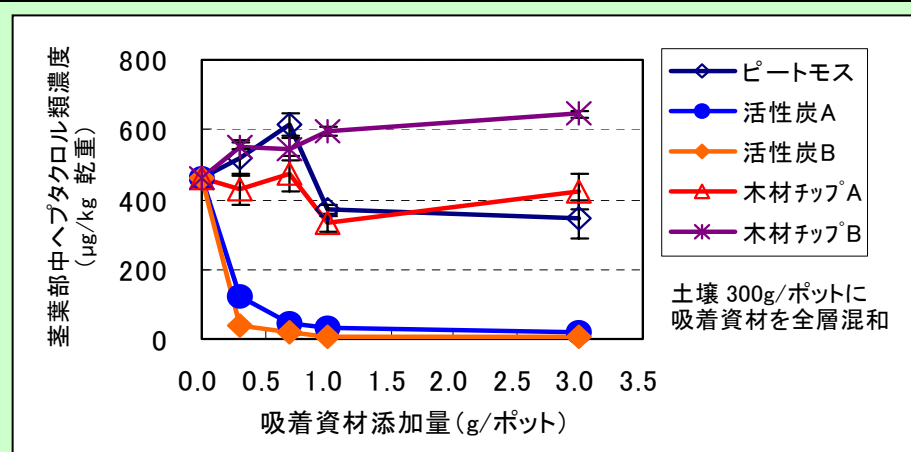


図3 吸着資材の土壌混和によるカボチャのヘプタクロル類吸収抑制効果

I: 標準誤差 (n = 3)

活性炭資材は、キュウリにおけるディルドリンの場合と同様に、カボチャのヘプタクロル類吸収においても抑制効果を発揮します。

植物の葉から採れたカビが 生分解性プラスチックを強力に分解

〔要約〕

イネ科作物の葉の表面などに生息するカビ（糸状菌）が生分解性プラスチック（生プラ）を効率よく分解することを明らかにしました。今回選抜されたカビは、生プラ分解能力が高く、その特性を生かした技術開発が期待されます。

〔背景と目的〕

プラスチック廃棄物の回収と処理の手間を減らすために、農業用資材などに生プラの導入が進められていますが、生産現場では使用後の分解が遅いなど問題があり、生プラ資材の分解を促進する技術の開発が農業現場から求められています。そこで、植物の葉の表面が生プラの構造と似た物質で覆われていることに着目し探索したところ、葉の表面から生プラ分解能が極めて高いカビを発見しました。

〔成果の内容〕

1. 植物の葉面から強力な生プラ分解能を持つカビを分離できました。分離方法は、まず生プラの成分を唯一の炭素源として加えた培地を作製します。次に、その培地上に葉を洗浄した液を流し、乳白色の培地を溶かして透明となった部分の菌株を分離します（図1）。この結果、イネ科作物の葉から生プラを分解する様々なカビが選抜されました。
2. それらの中から、特に強力な生プラ分解能を持つカビ（菌株名；47-9株）を見出しました。このカビは、生プラフィルム（PBS：ポリブチレンサクシネートとPBSA：ポリブチレンサクシネート／アジペート）を強力に分解しました（図2）。このカビは、今まで見つかった生プラ分解微生物の中でも特に分解能が高く、培養液中に高純度で、生プラ分解酵素のみを生産する優れた特性を持っています。
3. この菌の酵素液を市販の培養土の上に敷いた生プラフィルム（PBSA）に散布処理すると、処理後6日間で全体の91.2%（重量換算）が分解されました（図3）。この菌や酵素を利用することで、使用済み生プラ製品の分解を促進する新しい技術開発につながることを期待されます。具体的には、環境の制御された施設栽培におけるマルチフィルムを剥がさずに、菌や酵素処理で分解する技術の開発に取り組みます。

リサーチプロジェクト名：情報化学物質生態機能リサーチプロジェクト

研究担当者：生物生態機能研究領域 小坂橋基夫、北本宏子、藤井毅、對馬誠也、生物多様性研究領域 鈴木健

発表論文等：

小坂橋ら、特願 2008-250869 号（2008）



図 1. 生プラ分解菌の選抜
透明な部分には生プラを分解するカビが生育しています。

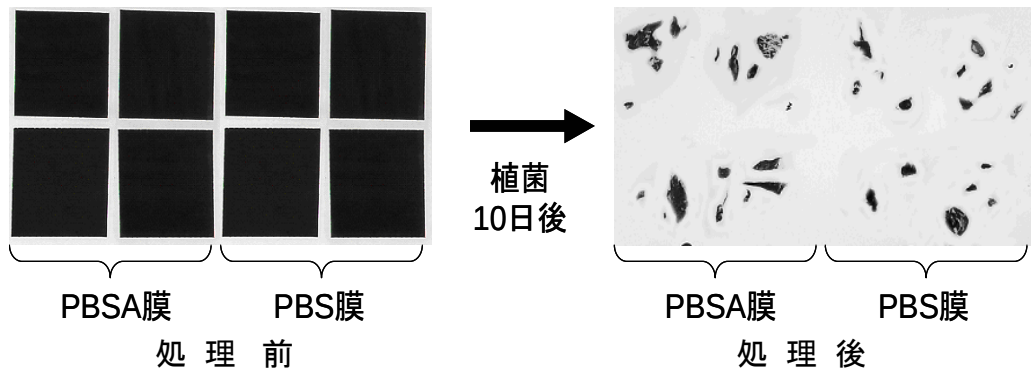


図 2. 培地に処理した47-9菌株によるPBSA膜およびPBS膜の分解
生プラフィルムはこの菌によって分解され、ほとんど残っていません。



図 3. 培養土への酵素処理による生プラフィルム（PBSA）の分解
左：無処理10日後 中：処理6日後 右：処理10日後
培養土上の生プラフィルムが分解され、下の培養土が見えるようになります。

性フェロモンを利用した ナシマダラメイガの発生予察用誘引剤

〔要約〕

ナシマダラメイガの性フェロモンには(Z)-9-ペンタデセニルアセテートとペンタデシルアセテートが含まれていることがわかりました。これら2成分の混合物を誘引剤として利用することで、この害虫の発生予察を行うことができます。

〔背景と目的〕

ナシマダラメイガ *Acrobasis pyrivorella* (Matsumura)はナシの花芽や幼果を加害する重要害虫です。1頭の幼虫が複数の果実を加害するため、個体数が少なくても大きな経済的被害を与えることがあります。この虫の発生予察を効率よく行うための誘引剤の開発を目的として、オス成虫を誘引するメスの性フェロモン成分を同定しました。

〔成果の内容〕

ナシ被害果から羽化したナシマダラメイガのメス成虫から性フェロモンを抽出し、ガスクロマトグラフ・質量分析計によって分析したところ、(Z)-9-ペンタデセニルアセテート (Z9-15:OAc) とペンタデシルアセテート (15:OAc) が主成分として含まれていることがわかりました (図1)。

次に、これらの成分が、実際に野外のオス成虫に対する誘引性をもっているかどうか確認するため、化学的に合成した Z9-15:OAc と 15:OAc を誘引源とするトラップ (図2) を用いた野外調査を実施しました (調査場所：長野県下伊那郡のナシ園、調査期間：2007年6月～8月)。その結果、0.3 mg の Z9-15:OAc を含浸させたゴムを誘引源とした場合、18日間で合計27頭のオス成虫を捕獲することができました。これに7%の15:OAcを加えると誘引力が増加しました (図3)。一方で、工業的に合成した Z9-15:OAc に混入する *E* 体 (E9-15:OAc) は、10%添加してもほとんど誘引力に影響しなかったため (図3)、化合物を精製することなく使用できることがわかりました。また、性フェロモン (Z9-15:OAc に7%の15:OAcを加えた混合物) の含浸量が多いほど多数のオス成虫を誘引できることもわかりました (図4)。

以上の結果、Z9-15:OAc に15:OAcを7%加えた混合物により、ナシマダラメイガのオス成虫を効率よく誘引できることがわかりました (特許出願中)。この混合物を誘引剤として本種の発生予察等に利用することができます (図5)。

リサーチプロジェクト名：情報化学物質生態機能リサーチプロジェクト

研究担当者：生物多様性研究領域 杉江 元、田端 純、南島 誠 (長野県南信農業試験場)、望月文昭、福本毅彦 (信越化学工業株式会社)

発表論文等：

- 1) 杉江ら、特願 2008-205253 (2008)
- 2) Tabata et al., Journal of Chemical Ecology, 35: 243-249. (2009)

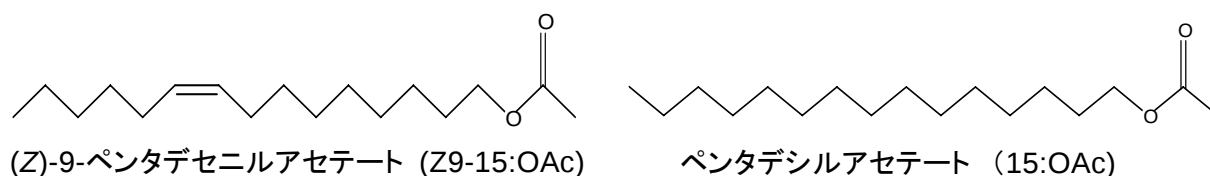


図1 ナシマダラメイガの性フェロモン成分の化学構造

メスの性フェロモン腺抽出物中にこれらの物質を発見しました。含有比は概ね 100:7 でした。



図2 性フェロモントラップ

性フェロモン成分をゴムに浸み込ませたものを誘引源としてこのトラップの内側に設置します。誘引された虫は内側下面に敷いた粘着板に捕獲されます。

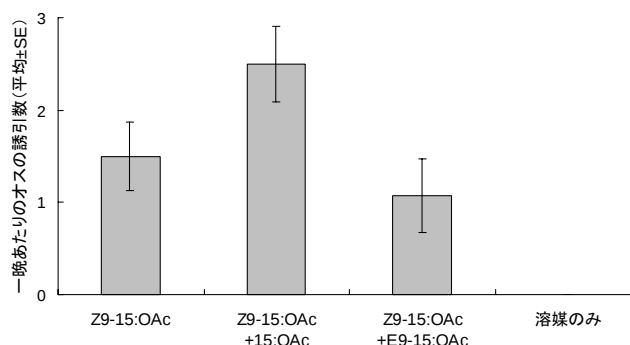


図3 誘引源の組成と誘引力の関係

Z9-15:OAc, 15:OAc, E9-15:OAc の含浸量はそれぞれ 0.3 mg, 0.021 mg, 0.03 mg です。Z9-15:OAc と 15:OAc の混合物が最も強い誘引力を発揮しました。

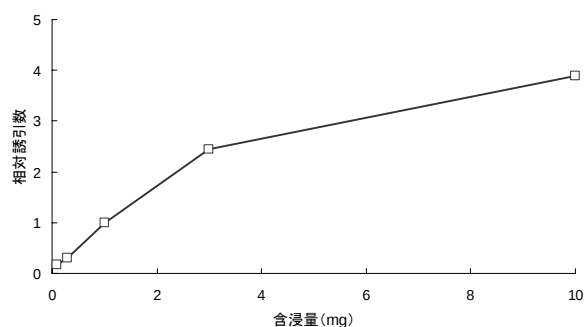


図4 性フェロモンの含浸量と誘引力の関係

縦軸は 1 mg の性フェロモン (Z9-15:OAc に 7% の 15:OAc を加えた混合物) に誘引されたオスの数を 1 とした場合の相対誘引指数を表します。含浸量が多い程、強い誘引力が認められました。



図5 性フェロモントラップに捕獲されたナシマダラメイガ雄

トラップに捕獲された虫の数を調べることで、成虫の発生の有無や時期がわかります。このような情報をもとに、殺虫剤散布等の防除を効果的に行うことができます。

温室効果ガスの可搬型 自動サンプリング装置の開発

〔要約〕

農耕地から発生する温室効果ガスの可搬型自動サンプリング装置を開発しました。これにより、農耕地から発生する温室効果ガスフラックスのより正確な推定や、削減方法の開発に貢献します。

〔背景と目的〕

農耕地から発生する温室効果ガスのフラックスは季節変動が大きいいため、それを精度良く定量するためには、高頻度・通年測定することが必要とされています。しかし、これまで主流であった手動のサンプリング方法には多大な労力がかかるため、測定頻度や期間を十分にとることは困難な状況でした。一方、農環研の温室効果ガス発生制御施設では高頻度・通年測定が可能ですが、大型の固定式装置のため、他のほ場に移動することはできません。このため、可搬型の自動サンプリング装置を開発することを目的としました。

〔成果の内容〕

手動のクローズドチャンバー法^{注)}では、チャンバーの設置やガスのサンプリングなど一連の作業をすべて人力で行うため、多大な労力がかかります。これに対し、新たに開発したサンプリング装置を用いると、ほ場に設置した自動開閉チャンバー内のガスを設定時刻にサンプリングし、真空バイアル瓶に自動的に注入することができ、大幅な労力削減となります。例えば、6つのチャンバーで毎日1回の割合でサンプリングを行なったとすると、手動サンプリングでは10日間でのべ10時間以上必要であるのに対し、自動サンプリングではバイアル瓶の設置と回収に要する約1時間のみとなり、1/10以下の作業時間となります。また、標準ガスを用いたテストの結果、本装置による測定精度は手動サンプリングと同等であることが確認されました(二酸化炭素 $r^2=0.998$ 、メタン $r^2=0.999$ 、亜酸化窒素 $r^2=1.00$)。本装置を用いることにより、農耕地から発生する温室効果ガスの高頻度・通年のフラックスを測定できます。さらに、本装置と温室効果ガス3成分同時自動分析計(平成19年度農業環境技術研究所研究成果情報 p16-17)を組み合わせることにより、より効率的な温室効果ガスフラックスのモニタリングが可能になります。また、本装置は可搬型(大きさ: 390×590×高さ 870mm、重さ: 約 50kg(大きさ、重さともに設置用台および遮光版を含む))であるため、様々な圃場に設置することができます。これにより、農耕地における温室効果ガスの削減方法に関する研究が大幅に進むことが期待されます。

注) クローズドチャンバー法: 農耕地から発生する温室効果ガスのフラックスを測定する場合に広く使われている方法。ほ場にチャンバー(底のない容器)を置き、一定時間ごとにチャンバー内の空気サンプルを採取し、サンプル中の温室効果ガス濃度を分析することによりフラックスを定量します。

リサーチプロジェクト名: 温室効果ガスリサーチプロジェクト
研究担当者: 物質循環研究領域 秋山博子、須藤重人、田野中武志(グリーンブルー(株))、早川敦、八木一行
発表論文等: 秋山ら、特願 2008-011540



写真 1: 手動のサンプリング風景
・これまで主流だった手動のサンプリング法では、チャンバーの設置やガスのサンプリングなど一連の作業をすべて人力で行うため、多大な労力がかかっていました。

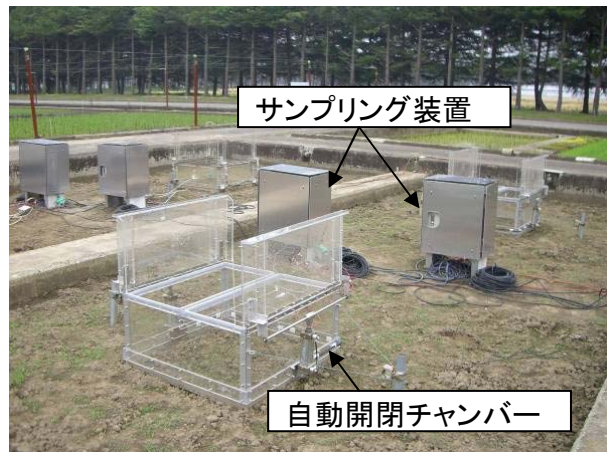


写真 2: 可搬型自動サンプリング装置

・設定時刻に自動的にサンプリングを行う装置の開発により、大幅に効率化しました。手動サンプリングと比較した必要時間は 1/10 以下になります。
・装置は自動開閉チャンバーと組み合わせて使用します。

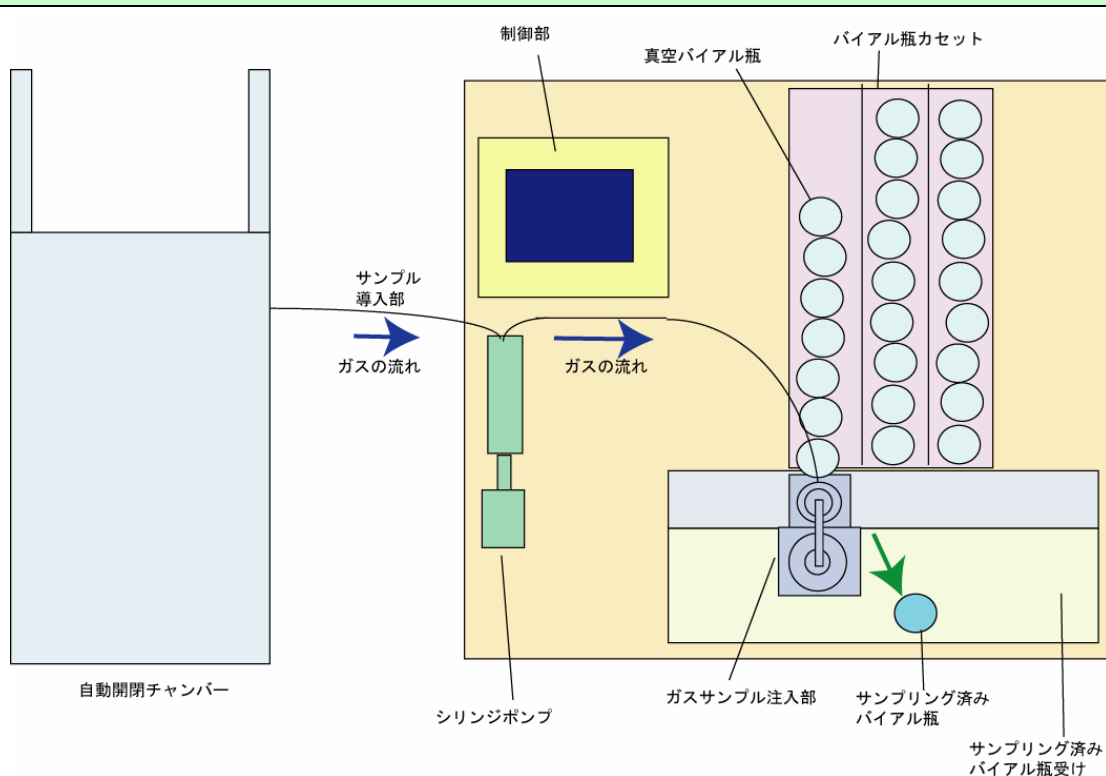


図 1: 温室効果ガス自動サンプリング装置の概要図（特許出願中）

- 設定時刻になると、自動で開閉するチャンバーからのサンプルガスをシリンジポンプで採取し、真空バイアル瓶に自動で注入します。
- サンプリング済みバイアル瓶はガスサンプル注入部の下のバイアル瓶受けに落ちます。サンプリング済みバイアル瓶は定期的に回収され、分析に供されます。

明治時代初期の関東地方の土地利用を インターネットで閲覧できるシステムを開発

〔要約〕

約 120 年前の明治時代初期に作製された地図「迅速測図」を、電子的地図にする手法を開発し、インターネット上で閲覧、利用するための「歴史的農業環境閲覧システム」(HABS)を、オープンソース・ソフトウェアを使用して開発・公開しました。

〔背景と目的〕

「迅速測図」は、明治時代の初期に作製された地図です。特に関東地方を対象に作製されたものは地目毎に彩色され、樹種等も書かれているので、120 年前の土地利用や景観を知るための貴重な資料です(図 1)。この地図は農業・農村研究や里地里山の保全活動の基礎的資料などとしての活用が期待されます。そこで、インターネットを利用して、この迅速測図を広く一般に公開するためのシステムを開発することとしました。

〔成果の内容〕

関東平野を対象に作られた迅速測図は紙に印刷されており、全部で約 900 枚あります。まずこの地図をデジタル化し、一枚の大きな画像に合成する方法を開発しました。さらに、地理情報システム (GIS) というソフトウェアを使って位置情報を与え、電子的地図にしました。この電子的地図では現在の地図とのずれが見られる箇所もありますが、地域の土地利用の変化を見るには十分な精度を持ちます。

次に、この電子的地図をインターネットで公開するために、無料で入手でき、改良が可能なオープンソース GIS ソフトを使用して、「歴史的農業環境閲覧システム」(Historical Agro-Environmental Browsing System、略称:HABS)を構築しました。このシステムは、インターネットに接続していれば誰でも利用できます。利用するには、インターネットの検索サービスで「歴史的農業環境閲覧システム」というキーワードで調べるか、直接「<http://habs.dc.affrc.go.jp/>」と入力し、Web サイトにアクセスします。

図 2 が HABS の初期画面です。HABS は、Web ブラウザーだけで 120 年前と現在の位置や土地利用を比較することができます。図 3 は土浦周辺を表示した場合です。また、「Google Earth™」上に迅速測図を表示することもでき、より詳細な土地利用の比較も可能です。

本システムはオープンソース・ソフトウェアで構築されているので、システムの再配布や他の目的での利用が可能です。これまでに、土地利用変化の解明などに利用されています。さらに今後、過去の土地利用と現在の生物多様性の関係の研究や、農耕地の特性評価の基礎的資料としての活用が期待されます。

リサーチプロジェクト名：農業空間情報リサーチプロジェクト

研究担当者：生態系計測研究領域 岩崎亘典、デイビッド スプレイグ

発表論文等：1) 岩崎ら、GIS—理論と応用、17:83-92 (2009)

2) 岩崎ら、農業環境技術研究所プレスリリース (平成 20 年 4 月 16 日発表)

3) Sprague et al., Int. J. Geogr. Inf. Sci., 21:83-95 (2007)



図1 茨城県牛久市牛久沼周辺の「迅速測図」。名称は、迅速に測量を行うという意味の「迅速測圖法」に由来します（国土地理院所蔵、第一軍管地方二万分之一迅速測圖原圖より作成）



図2 歴史的農業環境閲覧システム（HABS）の初期画面（<http://habs.dc.affrc.go.jp>）。Web ブラウザ上で迅速測図の閲覧や現在の土地利用との比較ができます。表示される地図についての情報は、「歴史的農業環境閲覧システム FAQ」に記述されています。

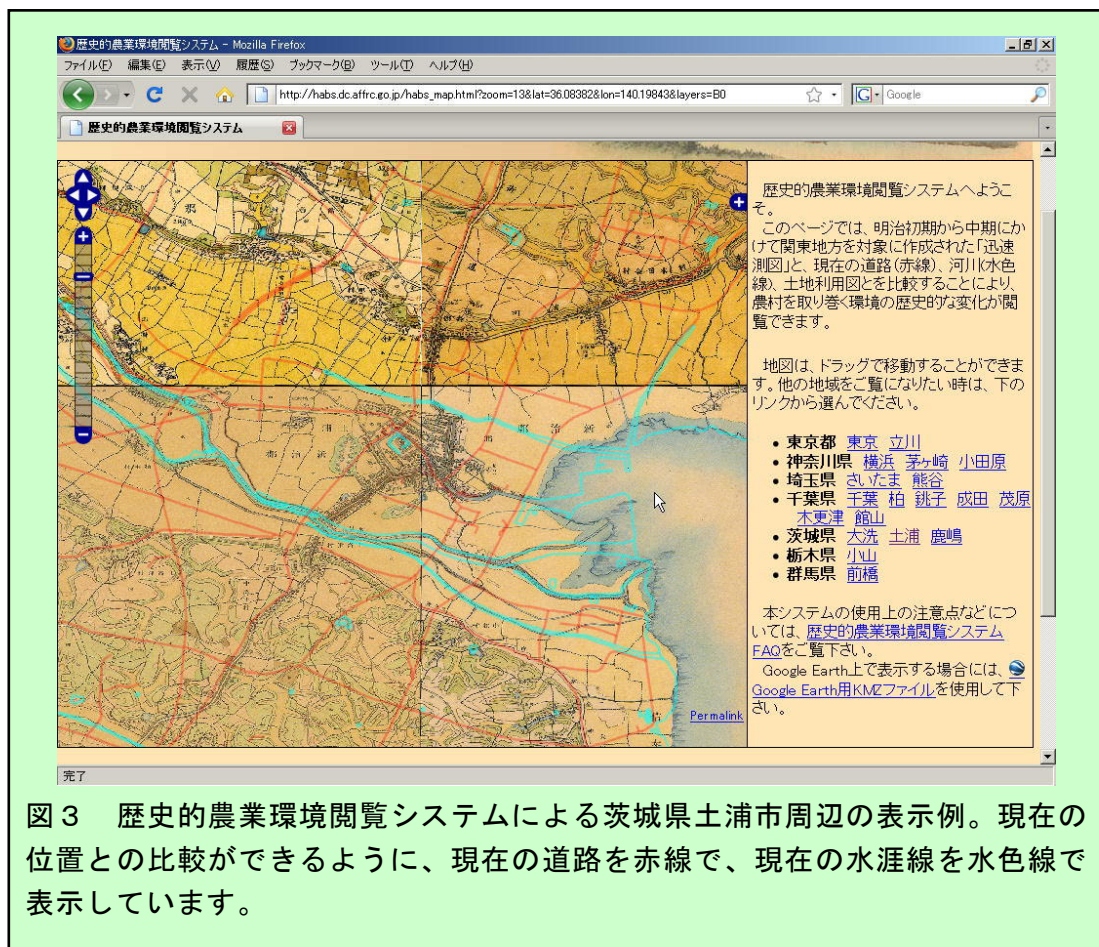


図3 歴史的農業環境閲覧システムによる茨城県土浦市周辺の表示例。現在の位置との比較ができるように、現在の道路を赤線で、現在の水涯線を水色線で表示しています。

北海道内の広域で発生した新害虫は ヘリクスジノメイガだった

〔要約〕

2008 年夏北海道内の広域においてダイズやニンジンなど多種類の作物を加害する見慣れないチョウ目幼虫が多発生しました。羽化させた成虫を詳細に調べたところ、これまでわが国では害虫としての記録がないヘリクスジノメイガであることが分かりました。

〔背景と目的〕

2008 年 8 月中旬から 9 月にかけて、石狩・空知・後志・上川・留萌・網走・宗谷支庁管内で、これまで発生を認めたことのないチョウ目幼虫が多種類の作物を加害している事例が確認されました(図 1)。発生地域が広く、深刻な被害を受けているほ場も多いことから、早急な同定が求められましたが、幼虫による同定は困難であるため、加害中の幼虫を飼育し、羽化させた成虫によって、種名を同定することにしました。

〔成果の内容〕

北海道立中央農業試験場内(夕張郡長沼町)で、2008 年 8 月下旬、作物を加害中の幼虫を採集し(図 2)、飼育したところ、同年 9 月中旬、5 個体の成虫(図 3 左)を羽化させることができました。この羽化成虫の形態を詳細に検討したところ、ツトガ科ヘリクスジノメイガ *Margaritia sticticalis* (Linnaeus) と同定することができました。また、同じ場所の野外に設置されたライトトラップで 8 月 4 日から 8 月 30 日までに誘殺された本種と思われる 530 個体の標本を検討したところ、すべて同じヘリクスジノメイガであることが分かりました。他の地域で確認された同じ形態をもつ幼虫も同様に本種であると考えられます。

本種は、ヨーロッパからロシア、中国、アメリカ、カナダなどの広域に分布する移動性の害虫で、様々な種類の作物に被害を与えることが報告されています。わが国では、これまで成虫の採集記録しかなく、幼虫の発生や作物への加害事例は認められていませんでしたが、今回はじめてダイズ、ニンジン、アズキ、テンサイ、カボチャ、シロクロバー、アルファルファなどへの幼虫の加害が確認されました。

今回の多発生は、2008 年春以降に大陸から北海道へ飛来した成虫に起因する後世代の増殖が原因であると考えられます。本種は、冬季は土中でまゆを作って越冬しますので、それが翌春以降の発生につながる可能性があります。また、成虫は、これまで本州や九州でも採集されていますので、北海道以外においても本種の発生に十分注意する必要があります。

リサーチプロジェクト名：環境資源分類・情報リサーチプロジェクト

研究担当者：農業環境インベントリーセンター 吉松慎一、岩崎暁生(北海道立中央農業試験場)

発表論文等：北海道病害虫防除所、平成 20 年度病害虫発生予察情報第 18 号特殊報第 1 号(2008)



図1 ヘリクスジノメイガによるダイズほ場の被害

ほ場周縁部の白くなった部分が被害植物です。幼虫は葉脈部を残して葉肉部を食べるので加害された植物体は白く見えます。



図2 ヘリクスジノメイガの幼虫

幼虫は老熟すると体長約 25 mm になります。頭部は黒褐色、胴部は黒色で、胴部側方には乳白色の幅広い帯を持ちます。体が淡色の個体も少数ながら見つかります。



図3 ヘリクスジノメイガの成虫

翅は全体的に茶褐色で、前翅外縁部に沿って縦長の黄色い斑紋があります。

左：2008 年の飼育成虫（北海道夕張）、右：1982 年に北海道知床で採集された成虫

主要研究成果

河川における水稻用除草剤の分解物の消長と藻類に対する急性毒性

〔要約〕

4 種類的水稻用除草剤及びその分解物の河川水中濃度を経時的に測定したところ、そのうち 2 種類の除草剤で分解物の水中最高濃度の方が、除草剤そのものより高くなりました。しかし、分解物の水中最高濃度は藻類（緑藻と珪藻）の半数影響濃度よりかなり低かったため、分解物による藻類への影響は小さいと考えられました。

〔背景と目的〕

水田で使用される農薬は河川等の環境中へ流出しやすいことが知られています。農薬によっては、光や微生物によって環境中で速やかに分解されるものがありますが、そこで生成される分解物は、現行の農薬登録制度上での農薬影響評価において考慮されていません。本研究では、水田で広く使用されている水稻用除草剤とその分解物について、河川での消長と水生生物の藻類に対する急性毒性を調べました。

〔成果の内容〕

1. 水田が多い茨城県南部の桜川中流域における水稻用除草剤は、田植え直後の 5 月上旬に最高濃度に達するのに対して、分解物はこれに少し遅れて最高濃度に達することが明らかになりました（図 1）。水稻用除草剤と分解物の水中最高濃度を比較すると、両者がほぼ同程度のもの（カフェンストロール）、分解物の方が低いもの（ブロモブチド）、分解物の方が高いもの（ピラゾレートやクロメプロップ）など、除草剤によって大きく異なることがわかりました（図 2）。
2. 水稻用除草剤と分解物に対する藻類の半数影響濃度を調べたところ、藻類に対する急性毒性は分解物の方が同程度～3000 倍以上低くなる傾向が見られました（図 2）。
3. 今回の調査結果では、水稻用除草剤及び分解物の水中最高濃度は、藻類の半数影響濃度に比べて 20 倍以上低いことがわかりました。したがって、分解物の水中最高濃度の方が高かったピラゾレートやクロメプロップであっても、桜川中流域においてはこれらの分解物による藻類への影響は小さいと考えられました（図 2）。
4. 以上のように、農薬によっては河川での分解物の水中最高濃度が農薬より高まることがあるので、水生生物に対する農薬の影響を総合的に評価するには、農薬の分解物の河川水中での消長や水生生物に対する急性毒性も調べる必要があります。

リサーチプロジェクト名：有機化学物質リスク評価リサーチプロジェクト

研究担当者：有機化学物質研究領域 岩船敬

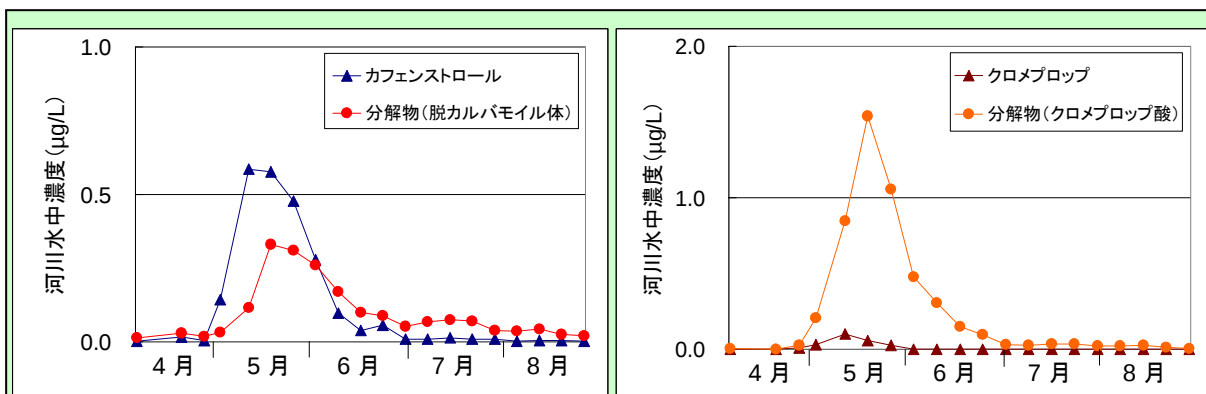


図 1 2008 年の桜川中流域における水稲用除草剤及び分解物の水中濃度の推移 ～カフェンストロール（左）とクロメプロップ（右）の場合～

これまで調べられていなかった水稲用除草剤と分解物の河川水中での消長の違いが明らかになりました。

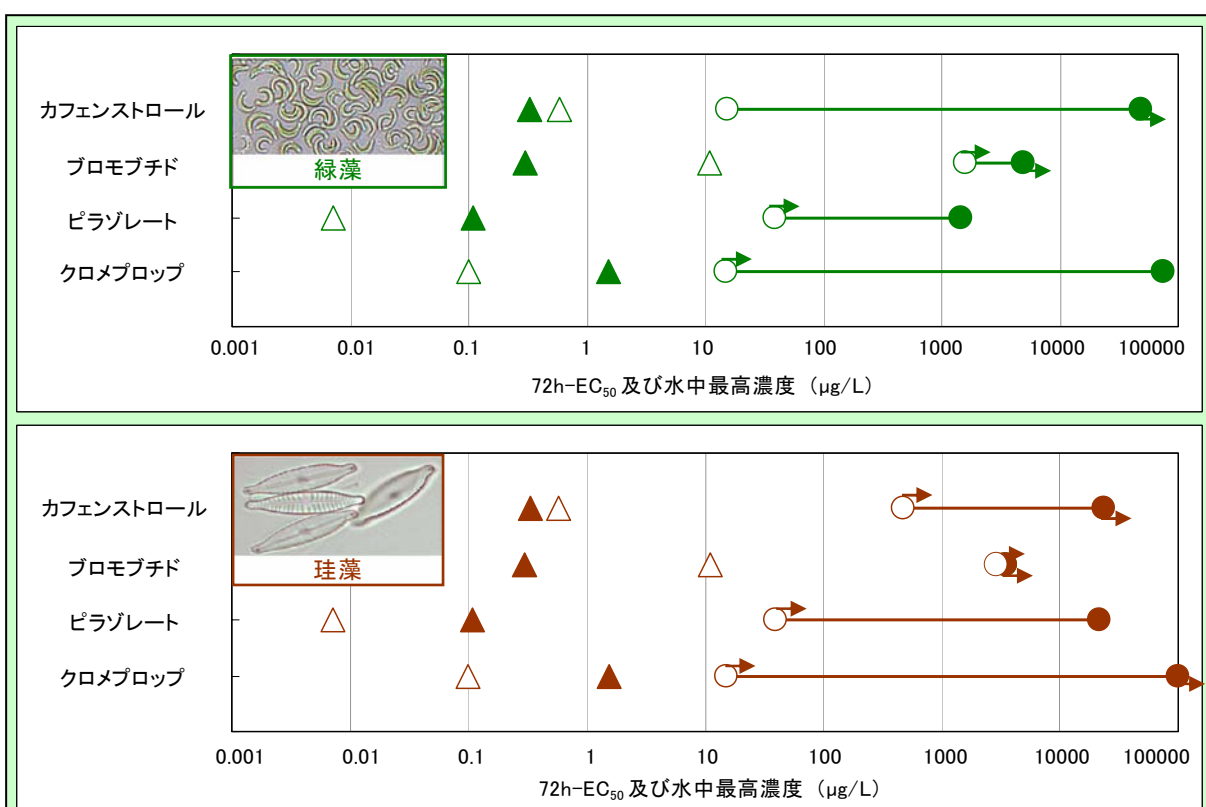


図 2 水稲用除草剤及び分解物に対する藻類の半数影響濃度（72h-EC₅₀）と河川での水中最高濃度

72h-EC₅₀: 72 時間で藻類の増殖速度が半分に抑えられてしまう濃度、→; 72h-EC₅₀ がそれ以上

○; 除草剤の 72h-EC₅₀、●; 分解物の 72h-EC₅₀、△; 除草剤の水中最高濃度、▲; 分解物の水中最高濃度

4 種類の水稲用除草剤及び分解物については、藻類の半数影響濃度より水中最高濃度の方が低いことがわかりました。

ヘキサクロロベンゼン(HCB)を好氣的に分解・無機化する 細菌の単離・同定と主要代謝経路の解明

[要約]

ペンタクロロニトロベンゼン(PCNB)を炭素・窒素源とした土壌・木炭還流法により単離した細菌 PD653 株は POPs (残留性有機汚染物質) である HCB を好氣的に PCP (ペンタクロロフェノール) に変換し、さらに脱塩素分解・無機化できます。*Nocardioide*s 属に属する新種で、世界で唯一の HCB 資化性菌です。

[背景と目的]

ヘキサクロロベンゼン (HCB) は POPs 条約 (2001 年 5 月に採択された国際条約) の対象物質ですが、これを好氣的に分解・無機化出来る微生物は報告されていません。そのため、環境中に長期間残留している HCB のバイオレメディエーション (環境修復) 技術の開発が進んでいません。農業環境技術研究所では、これまでに我々が開発した土壌・木炭還流法を用いて HCB の類似化合物である PCNB を分解する細菌 PD653 株を単離することに成功しています。そこで、単離した菌株を同定し、HCB を好氣的に脱塩素分解・無機化出来るか検討しました。さらに、その主要代謝経路を明らかにしました。

[成果の内容]

PCNB を好氣的に脱塩素分解する細菌 PD653 株を発見しました。本菌は 16S rRNA 遺伝子の塩基配列を基づく系統樹の位置からグラム陽性の *Nocardioide*s 属に属する新種であることが明らかになりました (図 1)。¹⁴C で標識した HCB を唯一の炭素源とした無機塩培地を用いて PD653 株を培養すると HCB 濃度が減少し、¹⁴CO₂ が生成しました (図 2 左)。また、PD653 株は HCB を唯一の炭素源とした培地中で増殖し、Cl⁻濃度の増加が確認されました (図 2 右)。これらの結果から、PD653 株は HCB を好氣的に脱塩素分解し、無機化することが明らかになりました。PD653 株を用いて HCB の好氣的代謝試験を行ったところ、HCB は速やかに脱塩素化され、初発代謝物として PCP が産生され、さらに、代謝物として Tetracholohydroquinone(TeCH)、2,6-Dicholohydroquinone(DiCH)が検出されました (図 3)。

このように、*Nocardioide*s sp. PD653 株は、HCB を好氣的に分解・無機化できる細菌として世界で始めて単離・同定された菌株 (野生株) であり、HCB 汚染土壌のバイオレメディエーションへの適用に大変有望な菌株として期待されています。

本研究は農林水産省の委託プロジェクト研究「農林水産生態系における有害化学物質の総合管理技術の開発」による成果です。

リサーチプロジェクト名：有機化学物質リサーチプロジェクト

研究担当者：有機化学物質研究領域 高木和広、亀井一郎 (現：福岡大)、岩崎昭夫 (興和総研)、吉岡祐一 (東洋電化工業)、薩摩孝次 (残留農薬研究所)

発表論文等： 1) 高木、吉岡、特許第 3030370 号 (2000)

2) 高木、吉岡、特許第 3773449 号 (2006)

3) 高木ら、特願 2005-189986 号 (2005)

4) Takagi et al., Appl. Environ. Microbiol., 75(13), (2009)

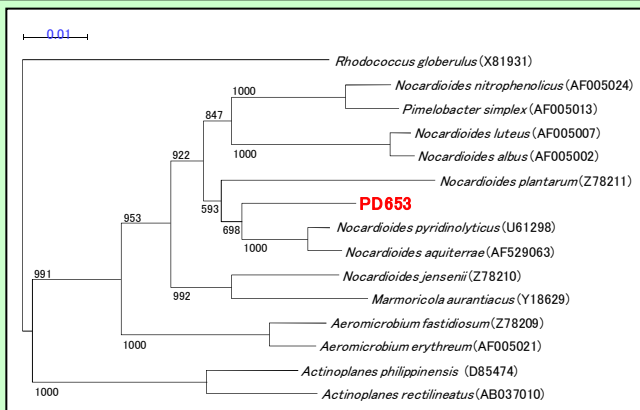
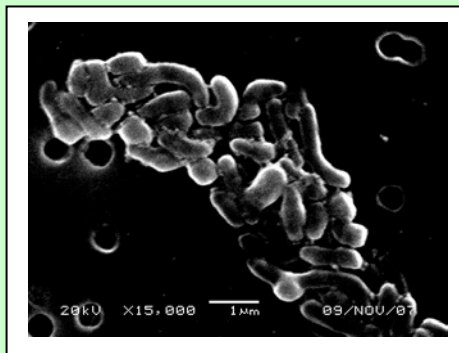


図1 HCB 分解細菌 PD653 株の電顕写真(左)と 16SrRNA 遺伝子に基づく系統樹(右)
HCB 分解細菌 PD653 株は *Nocardioideae* 属に属する新種です。

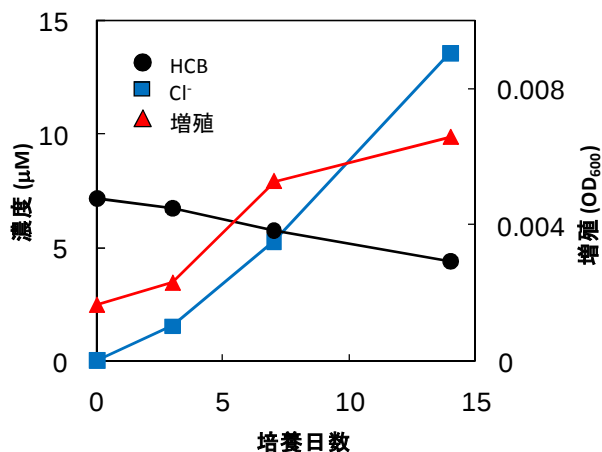
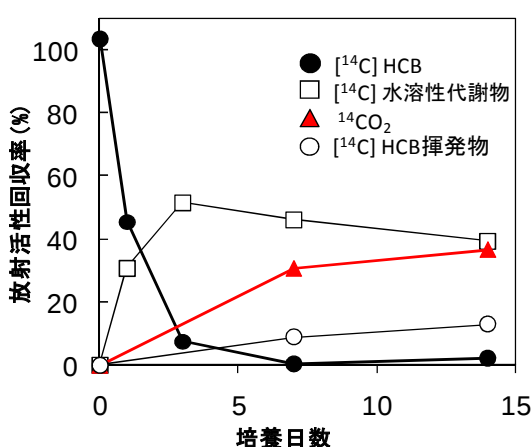


図2 PD653 株による HCB の分解・無機化(左)と HCB を唯一の炭素源にした菌株の増殖及び HCB の脱塩素分解 (右)

PD653 株は HCB を唯一の炭素源として増殖する HCB 資化性菌であり、HCB を好氣的に脱塩素分解し、最終的に無機化することができます。

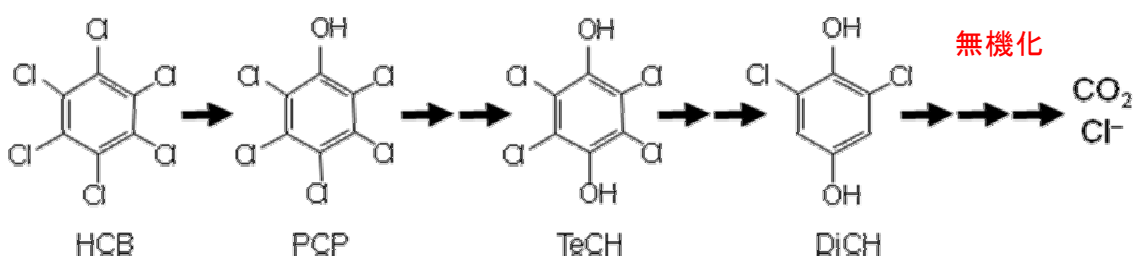


図3 *Nocardioideae* sp. PD653 株による HCB の 好氣的分解代謝経路

HCB は初発の酸化的脱塩素化により、PCP に変換され、さらに酸化的脱塩素化で TeCH に、次に還元的脱塩素化で 2, 6-DiCH へと変換され、最終的に無機化(無毒化)されます。

ズッキーニを利用した 土壌残留ディルドリンのファイトレメディエーション

〔要約〕

ディルドリン高吸収植物ズッキーニによる土壌浄化の効果をポット栽培実験によって検討した結果、処理土壌で栽培したキュウリの果実中濃度を 40～60%低減させました。ズッキーニによるファイトレメディエーションはディルドリン残留土壌の修復技術として有望です。

〔背景と目的〕

殺虫剤ディルドリンは POPs 条約（環境省 HP : <http://www.env.go.jp/chemi/pops/index.html> 参照）の対象物質ですが、土壌中での消失速度が遅く、日本では農薬登録の失効（1975 年）から 30 年以上経過した現在でもキュウリへの残留が問題になっています。そこで、土壌修復技術のうち、高吸収植物を用いたファイトレメディエーションについて、その効果を検討しました。

〔成果の内容〕

ディルドリン残留土壌で 17 科 32 作物を生育させ、ディルドリン吸収量を比較したところ、ウリ科（7 属 11 種）はおしなべて吸収能が高く、他の 16 科ではその能力が極めて低いことがわかりました（図 1）。ウリ科の中ではカボチャ属の吸収能力が高く、中でも最大の吸収能を示したズッキーニ（*Cucurbita pepo* L. cv. ブラックトスカ）をディルドリン高吸収植物として選抜しました。

2 種類のディルドリン残留土壌（黒ボク土および褐色低地土）を 15 L ポットに充填し、ズッキーニを 4 作栽培したところ、土壌中のディルドリン濃度は栽培を重ねるごとに低下し、4 作栽培後の低減率は黒ボク土で 30%、褐色低地土で 40%となりました（図 2）。

ズッキーニ栽培処理土壌でキュウリを栽培したところ、果実中のディルドリン濃度は黒ボク土で 40%、褐色低地土で 60%低減しました（図 3）。以上のように、ズッキーニによるファイトレメディエーションの効果がポット栽培試験によって確認できました。

土壌から吸収されたディルドリンはズッキーニ植物体中で分解されないため、収穫残さの処理等解決すべき問題は残されていますが、ズッキーニを利用したファイトレメディエーションはディルドリン残留土壌の修復技術として有望であり、現在、圃場試験による浄化効率の評価等実用化に向けた取り組みを行っています。

本研究は農林水産省の委託プロジェクト研究「農林水産生態系における有害化学物質の総合管理技術の開発」による成果です。

リサーチプロジェクト名：有機化学物質リスク評価リサーチプロジェクト

研究担当者：有機化学物質研究領域 大谷卓、清家伸康

発表論文等：1) Otani et al., Soil Sci. Plant Nutr., 53: 86–94（2007）

2) 大谷、清家、農及園、83: 449–456（2007）

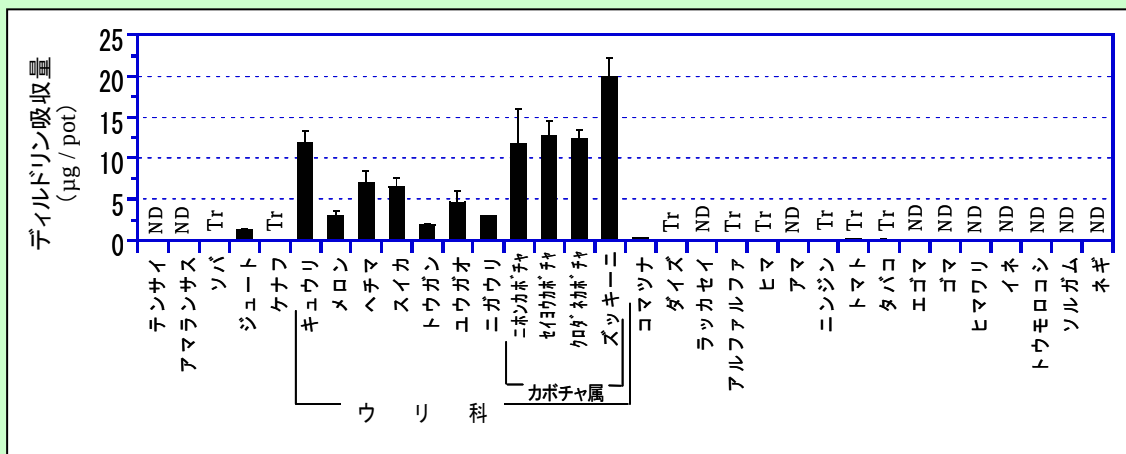


図1 残留土壌で生育させた各種作物のディルドリン吸収量

I: 標準誤差 (n = 3)、ND: 検出下限値未満、Tr: 検出下限値以上定量下限値未満

供試した 17 科 32 作物の中ではウリ科のディルドリン吸収能力が高く、中でもズッキーニの能力が最大でした。

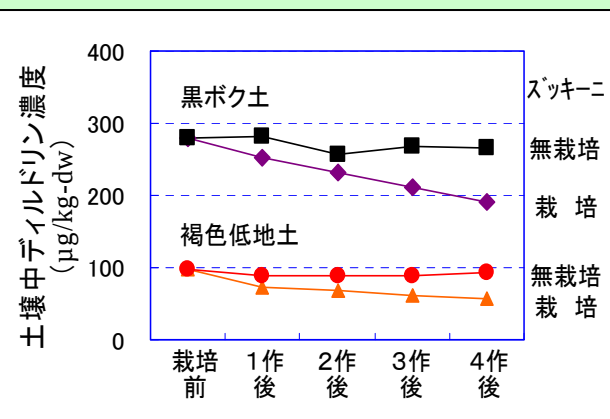


図2 ズッキーニ栽培による土壌中ディルドリン濃度の低下

I: 標準誤差 (n = 3)

ズッキーニの栽培を重ねるごとに、土壌中のディルドリン濃度が低下していきます。

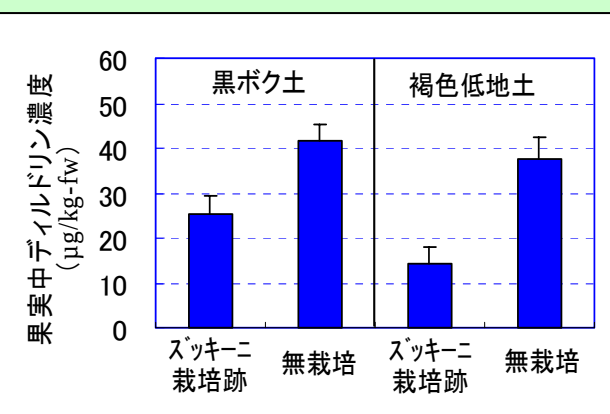


図3 ズッキーニ栽培跡土で生育させたキュウリ果実中ディルドリン濃度の低下 I: 標準誤差 (n = 3)

ズッキーニを 4 作栽培した処理土壌で生育させたキュウリの果実中ディルドリン濃度は、ズッキーニ無栽培の場合に比べ 40～60%低減されます。

安定同位体を用いて 植物に吸収されうるカドミウムの最大量を評価する

〔要約〕

土壌中のカドミウムのうち、最大でどのくらいのカドミウムが植物に吸収されうるかをカドミウム安定同位体法で求めました。カドミウム濃度の低い土壌においても、およそ半分のカドミウムは植物に吸収されうる形態で存在していることがわかりました。

〔背景と目的〕

土壌中のカドミウムは、土壌に含まれている水（土壌溶液）に溶けた形で移動します。土壌中カドミウムの作物に対する吸収リスク、あるいは水系への溶脱リスクを評価するには、土壌中に存在するカドミウムのうち、土壌溶液に溶解しうるカドミウムがどのくらい存在するかを知る必要があります。そこで、カドミウム安定同位体を土壌に加えて、土壌溶液中のカドミウム同位体比の変化から、土壌溶液に溶解できる形態のカドミウム量を求めました。

〔成果の内容〕

土壌中のカドミウムは、①土壌溶液に溶解している、②土壌の粒子と結合しているが条件により土壌溶液に溶解する、③土壌の粒子と強く結合し土壌溶液に溶けない、の3つに大別できます（図1）。植物は土壌溶液に溶解しているカドミウムを吸収するので、①と②のカドミウムの合計量が植物に吸収されうるカドミウムの最大量と考えられます。

土壌中の①と②のカドミウムはお互いに往き来でき、平衡状態にあります。土壌にカドミウム安定同位体（ ^{111}Cd ）溶液を加えると、土壌溶液中の ^{111}Cd の比率が高くなりますが、時間が経過すると①と②の間のカドミウムの往来により、土壌溶液中の ^{111}Cd の比率が徐々に低くなり、やがて一定になります（図2）。このときの ^{111}Cd の比率は、土壌に加えた ^{111}Cd 量と①と②に存在していたカドミウム量により決まります。したがって、 ^{111}Cd の比率から、①と②のカドミウムの合計量（以下E値という）を求めることができます。

土壌のE値は土壌中の全カドミウムの4～6割に相当しました。また、微量のカドミウムを含む有機質資材を5年間連用してもE値はほとんど変化しませんでした（表1）。

E値は土壌溶液に溶解しうるカドミウムの最大量であり、潜在的なカドミウムリスク、たとえば有機質資材の連用が土壌のカドミウムのリスクに及ぼす影響を評価する手法として活用できます。

本研究は農林水産省の委託プロジェクト研究「農林水産生態系における有害化学物質の総合管理技術の開発」による成果です。

リサーチプロジェクト名：重金属リスク管理リサーチプロジェクト

研究担当者：土壌環境研究領域 川崎晃、箭田（蕪木）佐衣子

発表論文等：

1) Kawasaki and Yada, J. Nucl. Sci. Technol., Supple. 5: 138-142 (2008)

2) Yada and Kawasaki, J. Nucl. Sci. Technol., Supple. 5: 143-145 (2008)

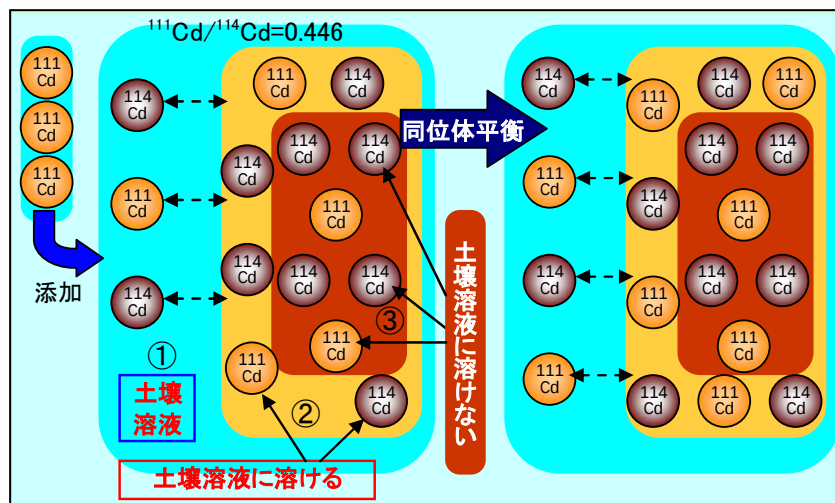


図1 測定の原理

土壌（カドミウム自然存在比 $^{111}\text{Cd}/^{114}\text{Cd}=0.446$ ）に安定同位体 Cd（左図では ^{111}Cd 液）を一定量添加し時間が経過すると、土壌溶液の $^{111}\text{Cd}/^{114}\text{Cd}$ 比が一定の値に収束します。この収束した値から、土壌溶液に溶解しうる Cd 量が計算できます。

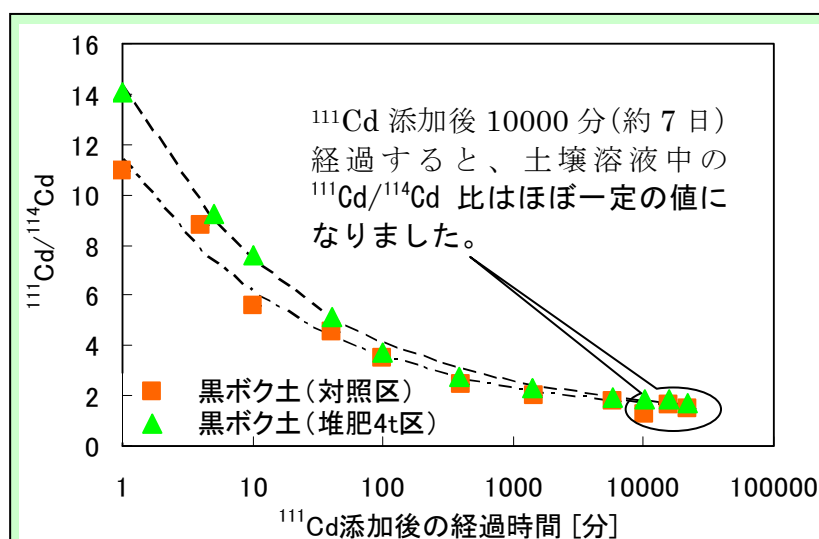


図2 土壌に ^{111}Cd を添加した後の土壌溶液中の Cd 同位体比変化

土壌溶液中の ^{111}Cd の比率は、 ^{111}Cd 添加直後が最も高く、その後急速に低下して、10000 分過ぎにはほぼ一定になりました。図の土壌の場合、10000 分過ぎの $^{111}\text{Cd}/^{114}\text{Cd}$ 比はどちらの土壌も 1.7 であり、E 値は 0.27 mg kg^{-1} でした。

表1. 畑土壌中のE値、全カドミウム、0.1M塩酸可溶性カドミウムの実測値 [mg kg^{-1}]

土 壌	処 理	E 値	全カドミウム	0.1M塩酸可溶性 カドミウム
褐色森林土	対照区	0.18 (64%)*	0.28	0.13
	汚泥肥料(高分子)区	0.19 (56%)	0.34	0.17
	汚泥肥料(石灰)区	0.20 (61%)	0.33	0.16
褐色低地土	対照区	0.11 (50%)	0.22	0.09
	汚泥肥料(高分子)区	0.10 (43%)	0.23	0.10
	汚泥肥料(石灰)区	0.10 (45%)	0.22	0.10
黒ボク土	対照区	0.27 (55%)	0.49	0.13
	堆肥4t区	0.27 (57%)	0.47	0.06

* ()内は全カドミウムに対するE値の割合

褐色森林土、褐色低地土、黒ボク土（いずれも対照区）の E 値は、それぞれ 0.18 、 0.11 、 0.27 mg kg^{-1} であり、全カドミウムの 64、50、55%に相当しました。

微量のカドミウムを含む有機質資材（汚泥肥料は高分子凝集剤または石灰凝集剤を使用した下水汚泥肥料、堆肥はオガクズ牛ふん堆肥）を 5 年間（堆肥 4t 区は 11 年）連用しても、E 値はほとんど変化しませんでした。

イネ品種間差を利用して、玄米のカドミウム汚染を低減

〔要約〕

玄米のカドミウム濃度には2～10倍程度の品種間差があることを明らかにしました。さらに玄米カドミウム濃度の低い品種を育種素材として、一般普及品種に比べ玄米カドミウム濃度が約半分の新たな系統を開発しました。

〔背景と目的〕

食品を通じて一定の量を超えるカドミウム (Cd) を長年にわたり摂取し続けると、人体に有害な影響を引き起こす可能性があります。そのため、コメの国際的な Cd 基準値が制定されました (精米あたり 0.4mg kg^{-1})。稲の Cd 吸収を抑制するために、これまで客土や湛水管理等の対策が実施されてきましたが、コストや有効性の面から適用範囲が限定されるため、新たな汚染低減技術が求められています。そこで、玄米 Cd 濃度の品種差を明らかにし、その知見に基づいて低 Cd 吸収系統の開発を検討しました。

〔成果の内容〕

Cdで汚染された土壌で多数の稲品種を栽培し、玄米Cd濃度の品種間差異を調べました。その結果、玄米Cd濃度は品種間で2～10倍以上の差がありました (図1)。特に、熱帯ジャポニカ品種である「LAC23」の玄米Cd濃度は、日本の主要品種である「コシヒカリ」等の約半分でした。

LAC23 は出穂が遅く、長稈、長粒、低収量であるため、日本での実用的な栽培には向いていません。そこで、草姿が良好な安定多収品種「ふくひびき」と交配し、Cd濃度が低いままで栽培特性が向上した系統の開発を行いました。自殖3世代 (F3～F5) にわたる解析の結果、「ふくひびき」や「ひとめぼれ」に比べて、玄米Cd濃度が40～50%程度低く、かつLAC23に比べて出穂が早く、草丈が比較的低くなった5系統を選抜できました (図2、写真1)。これら5系統に、育成地 (東北農研) の系統番号「羽系1118」～「羽系1122」を付与しました。

私たちの健康に必要な重金属ミネラル (銅、鉄、マンガン、亜鉛) について、選抜した5系統を「ふくひびき」や「ひとめぼれ」と比較したところ、Cd以外、大きな低下は認められず、玄米Cd濃度のみ減らした系統を育成することができました (図3)。

今後、これらの系統を用いて、実用的な低Cd品種の育成が期待できます。

本研究は、農林水産省の委託プロジェクト研究「農林水産生態系における有害化学物質の総合管理技術の開発」による成果です。

リサーチプロジェクト名：重金属リスク管理リサーチプロジェクト

研究担当者：土壌環境研究領域 石川覚、荒尾知人、山口誠之 ((独) 農業・食品産業技術総合研究機構東北農業研究センター)

発表論文等：1) Arao and Ae, Soil Sci. Plant Nutr., 49: 473-479 (2002)

2) Ishikawa et al., Soil Sci. Plant Nutr., 51: 101-108 (2005)

3) 山口誠之、農林水産研究ジャーナル、29: 11-14 (2006)

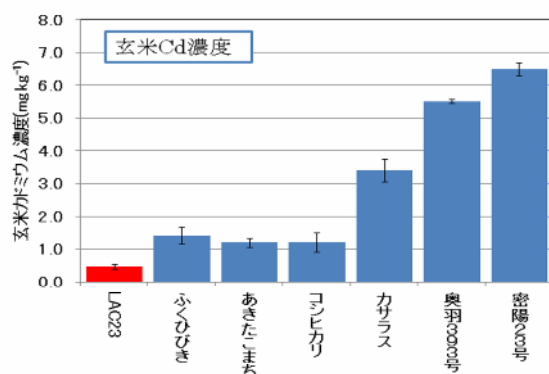


図1 玄米カドミウム濃度における品種間差

Cd 汚染土壌でのポット試験の結果、玄米 Cd 濃度は品種間で 2 ～ 10 倍程度の差がありました。また、「LAC23」の玄米 Cd 濃度はコシヒカリ等の主要品種の約半分でした。

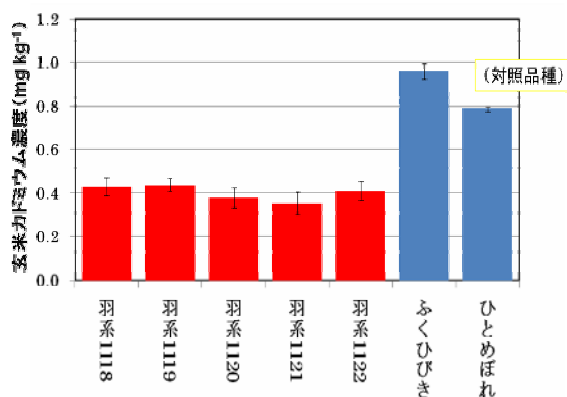


図2 開発系統の玄米カドミウム濃度

現地汚染ほ場での3年間の成績です。赤で示した開発系統は「ひとめぼれ」等の約半分の Cd 濃度でした。低 Cd 系統は東北農業研究センターで開発され、育成地の地方番号「羽系 1118」～「羽系 1122」が付与されました。



写真1 低 Cd 系統と親品種の草姿

「羽系 1120」(開発した低 Cd 系統)は「LAC23」に比べて、登熟が早まり、草丈が低くなりました。

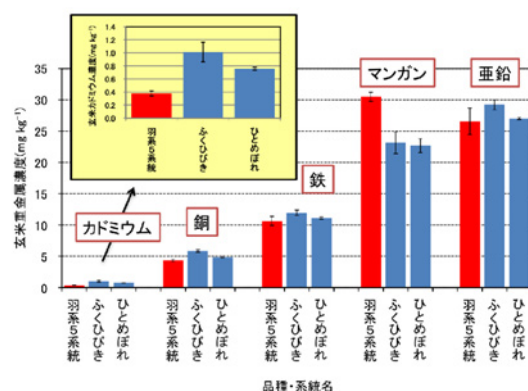


図3 羽系5系統(平均値)の玄米重金属濃度

羽系5系統における Cd 以外の玄米重金属濃度は、「ひとめぼれ」等と比較して、大きな低下が認められず、Cd のみ減少した系統でした。

日本における導入前雑草リスク評価法の構築

〔要約〕

新たに日本へ導入される植物を対象に、日本で雑草化する植物とそうでない植物を判別する手法をオーストラリア式雑草リスク評価法を基に構築しました。本評価法で雑草と判別された植物を導入しないことで、雑草害を未然に防ぐことに役立ちます。

〔背景と目的〕

食料生産や観賞等を目的に導入される外来植物は、利益をもたらしてくれる反面、雑草化し被害を生じる場合もあります。外来植物による被害が発生した後では、防除費用が膨大になるため、導入する前に雑草化の恐れが高い植物を予測し、導入を避けることが最も効率的な防除法です。そのため、国際的に定評のあるオーストラリア式雑草リスク評価法を基に、日本に適用できる導入前雑草リスク評価法を構築しました。

〔成果の内容〕

オーストラリア式雑草リスク評価法は植物に関する 49 の質問からなり（図 1 植物チェックシート）、雑草化しやすい植物には高い Weed Risk Assessment (WRA) スコアがつけられます。日本にある 259 種の植物を専門家に雑草とそうでない植物に区分してもらい、この判断を真の値とし、WRA スコアでこの判断が再現できるかを調べました。そのための分析方法として、スクリーニング法の能力を調べるためによく使われる Receiver Operating Characteristic (ROC) カーブ分析という方法を用いました。

基準点より大きな WRA スコアを持つ植物を雑草と判別すると、基準点の決め方によって雑草でない植物が間違って雑草と判別される割合（A）と雑草が正しく雑草と判別される割合（B）の両方が変化します（図 2）。ROC カーブ分析は、その変化について、A を横軸に、B を縦軸にとって表し、適切な基準点を導く方法です。基準点として、ここでは雑草もそうでない植物も同程度に良く判別する点を求めました。その結果、基準点は WRA スコア 10 となりました（図 3）。この値を基準点にすると、専門家が雑草と区分した植物の 9 割弱、雑草ではないとした植物の 8 割弱が本評価法で正しく判別できました。

このように、WRA スコアによって雑草化する恐れが高い植物の判別が可能です。10 点を超えるスコアを持つ植物の導入を避けることで、外来雑草による被害を未然に防ぐことにつながります。また、この評価法は世界的に広く使われているため、植物チェックシートの記入時に用いた情報を公開することで外来植物情報の国際的な共有にも貢献できます。

本成果は文部科学省の科学技術振興調整費によるプロジェクト研究「外来植物のリスク評価と蔓延防止策」による成果です。

リサーチプロジェクト名：外来生物生態影響リサーチプロジェクト

研究担当者：生物多様性研究領域 西田智子、山下直子（(独)森林総合研究所）、浅井元朗、黒川俊二（(独)農業・食品産業技術総合研究機構）、榎本敬（岡山大学）

発表論文等：Nishida et al., Biol. Invasions., 11:1319-1333 (2009)

学名:	<i>Basella rubra</i> L. var. <i>alba</i> Makino	1.0	WRAスコア	8
英名:	ツルムラサキ			
科名:	ツルムラサキ科			
歴史 / 生物地理学的特性				
1 栽培特性	1.01 栽培種か? そうでない場合は2.01へ。 1.02 栽培された場所で帰化植物となった事例があるか? 1.03 種内に雑草系統があるか? ...		Y Y Y ...	
	3.05 同属に雑草があるか?		N	
生物学 / 生態学的特性				
4 望ましくない特質	4.01 針やトゲを持つか? 4.02 アレロパシー作用を持つか? ...		N ...	
8 持続性に関する属性	8.01 種子の生産量が多いか? 8.02 1年以上存在するシードバンクを形成するか? 8.03 有効な除草剤があるか? 8.04 切断、耕起あるいは火入れに耐性があるか、あるいはそれらにより繁茂が促進されるか? 8.05 日本に有効な天敵が存在するか?			

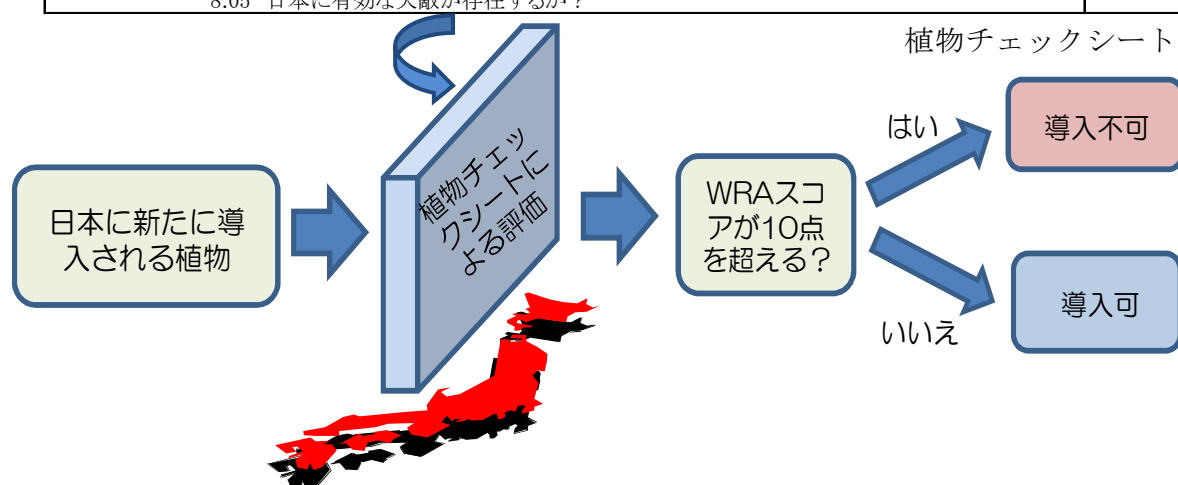


図1. 導入前雑草リスク評価法を使ったスクリーニング

日本に新たに導入される植物の WRA スコアを植物チェックシートにより算出します。その値によって導入して良い植物かどうかを判別します。

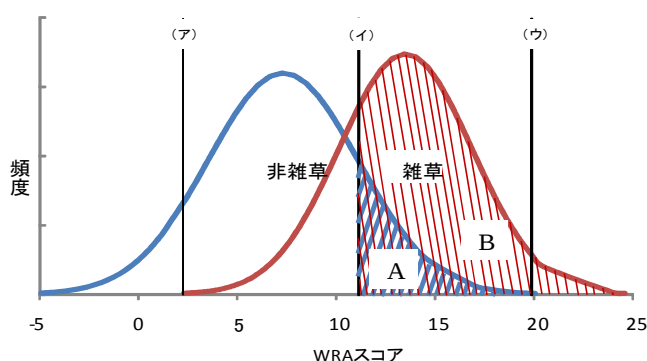


図2. 基準点となる WRA スコアの模式図

(ア)を基準点としてこれより大きい WRA スコアを持つ植物を全て雑草と判別すると雑草は全て正しく判別されますが、非雑草の多くは間違っ雑草と判別されます。(イ)のように基準点を右にずらすと正しく判別される雑草は減り、誤って雑草と判別される非雑草も減り、(ウ)になると正しく判別される雑草は非常に少なくなり、非雑草は全て正しく判別されます。

基準点(イ)を例にとると、非雑草全体に占める青斜線面積の割合が非雑草が間違っ雑草と判別される割合(A)、雑草全体に占める赤斜線面積の割合が雑草が正しく判別される割合(B)です。

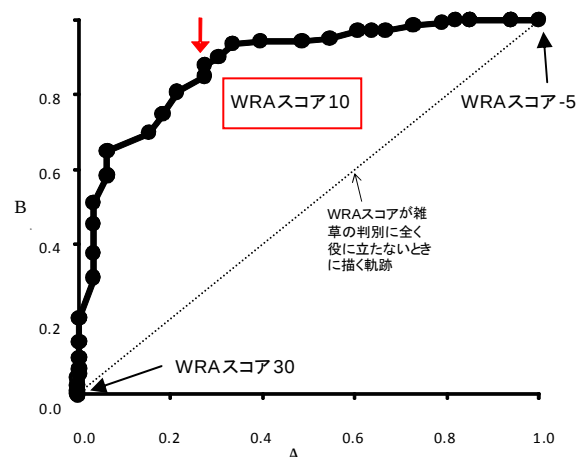


図3. 基準点を変えたときに得られる ROC カーブ

A, B: 図2参照。

左下と右上の黒丸は、それぞれ WRA スコア 30 と -5 を基準点とした場合に対応します。赤矢印は雑草もそうでない植物も同程度に良く判別する基準点を表し、その値は 10 です。この点は WRA スコアが雑草の判別に全く役に立たないときの軌跡から最も遠い点です。

外来植物の侵入は土壌 pH と有効態リン酸に関連している

〔要約〕

北関東の農地周辺の草本植物群落では、表層土壌の pH が高い場所や有効態リン酸の高い土壌で外来植物の侵入が頻発しています。調査地周辺の農地ではリン酸の蓄積や土壌 pH の上昇が進行しており、これが農地周辺や耕作放棄地での外来植物の蔓延を助長していると考えられます。

〔背景と目的〕

近年、外来植物が蔓延することによって在来植物が生育場所を失い、日本固有の生態系が損なわれることが懸念されています。農地やその周辺でも、古くから維持されてきた生態系が急速に変化しつつあります。そこで、農地周辺に成立している草本群落を対象として、北関東に広く分布している黒ぼく土を中心に、外来植物の蔓延と土壌の化学特性との関係を調査しました。

〔成果の内容〕

北関東に広く分布している台地上黒ボク土壌を中心に、畦畔、耕作放棄地、刈り取り草地を対象に 122 地点（乾性）で植生調査を実施したところ、これらの草本群落は大きく 2 つのタイプに分けられました。タイプ I は外来植物が多く出現する植物群落で、セイタカアワダチソウやクズといった植物で特徴付けられました。タイプ II は外来植物がほとんど出現しない植物群落で、アズマネザサ、アキカラマツ、ワレモコウ、ツリガネニンジンといった植物で特徴付けられました（表 1）。

タイプ I は、土壌 pH が 5.7 以上あるいは有効態リン酸 (Bray II リン酸) が $20 \text{ mg P}_2\text{O}_5 \text{ } 100 \text{ g}^{-1}$ 乾土以上の土壌にその 87% が出現していました。このような土壌特性は、この地域に広く分布する黒ぼく土（日本の統一的土壌分類体系第二次案 2002：日本ペドロロジー学会）において施肥等がなされていない表層土壌が示す典型的な化学特性と大きく異なっていました。逆に、従来からの土壌特性が維持されている場所（土壌 pH が 5.7 以下かつ有効態リン酸が $20 \text{ mg P}_2\text{O}_5 \text{ } 100 \text{ g}^{-1}$ 乾土以下の土壌）では、タイプ II の植生が出現していました（図 1）。

また、室内栽培実験によって、外来植物であるセイタカアワダチソウやオオマツヨイグサは酸性土壌で著しく生育が抑制されるのに対して、在来植物であるススキ、クズ、イヌビエは酸性土壌でも生育障害を受けにくいことがわかりました（図 2）。

従来の自然土壌の化学特性が維持されている場所ではタイプ II の植物群落が出現しますが、施肥や基盤整備等によって土壌の化学特性が大きく改変されるとタイプ I の植物群落が出現しやすくなると考えられます。調査地周辺の農地ではリン酸の蓄積や土壌 pH の上昇が進行しており、これが農地周辺や耕作放棄地での外来植物の蔓延を助長していると考えられます。

本研究は文部科学省の科学技術振興調整費のプロジェクト研究「外来植物のリスク評価と蔓延防止策」による成果です。

リサーチプロジェクト名：外来生物生態影響リサーチプロジェクト

研究担当者：生物多様性研究領域 平舘俊太郎、楠本良延、森田沙綾香

発表論文等：

- 1) 平舘、圃場と土壌、39: 30-38 (2007)
- 2) 平舘ら、関東雑草研究会報、19: 23-33 (2008)

表 1. 北関東の草地植生に出現する主な群落タイプ¹⁾

	出現する主な植物	外来植物 (%) ²⁾
タイプ I	セイタカアワダチソウ、クズ、メヒシバ、ススキ、カタバミ、スギナ、ハルジオン	26.9
タイプ II	ススキ、アズマネザサ、ワレモコウ、ツリガネニンジン、アキカラマツ、アキノキリンソウ	2.7

1) 畦畔、耕作放棄地、刈り取り草地など、草地植生 122 点についての調査結果。タイプ I: 79 プロット、タイプ II: 43 プロット。

2) 外来植物が占める割合 (%) を植被率で算出。

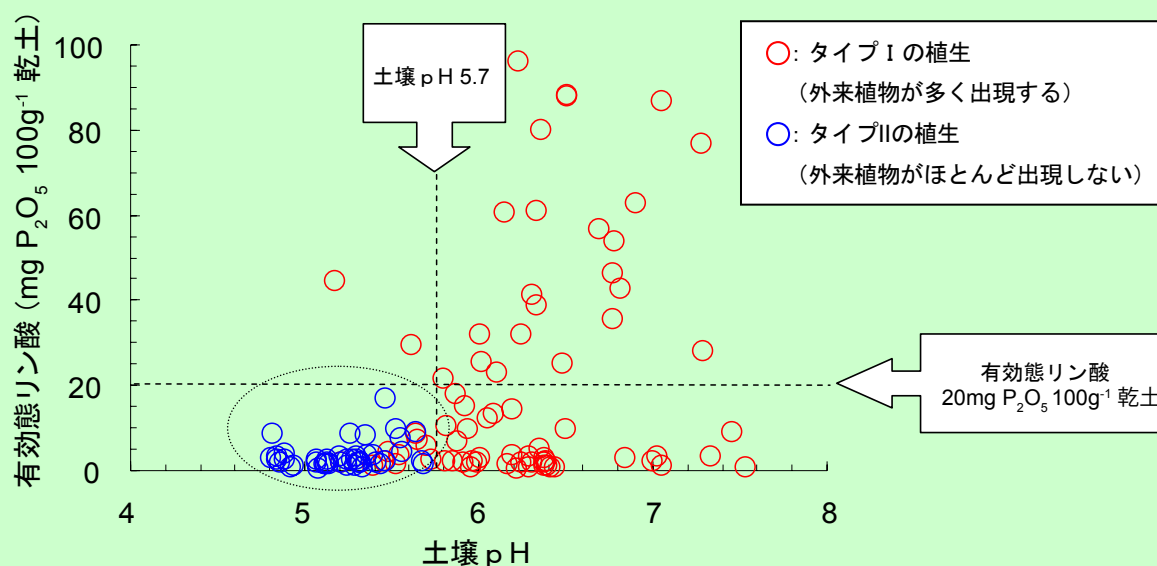


図 1 北関東地域における外来植物の侵入と土壌の化学特性の関係

土壌 pH および有効態リン酸が低い土壌では、外来植物がほとんど出現していないことがわかります。また、このような土壌の特性は、この地域において施肥等がなされていない表層土壌が示す典型的な化学特性の範囲内（図中の点線の枠内）にあると言えます。

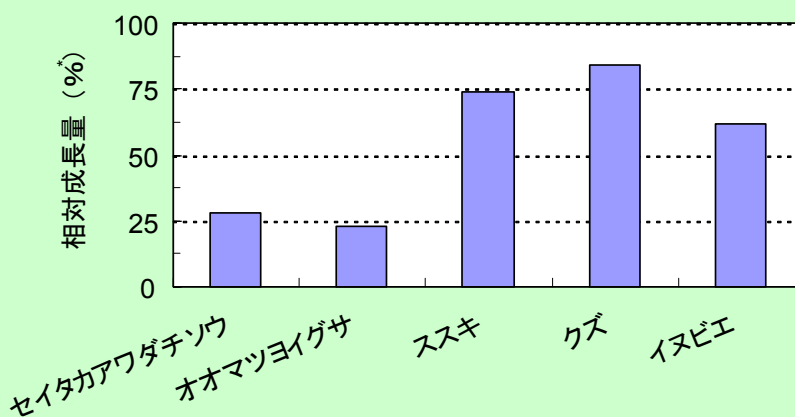


図 2 強酸性土壌における植物の生長

セイタカアワダチソウやオオマツヨイグサといった外来植物は、強酸性土壌での生育が極端に悪くなります。これに対して、ススキ、クズ、イヌビエといった在来植物は、より強酸性土壌に適応していると言えます。

* 弱酸性のアロフェン黒ボク土 (pH 5.9) に対する強酸性の非アロフェン黒ぼく土 (pH 4.4) での根の相対伸長成長量

ミトコンドリア遺伝子の部分配列による 土着天敵ヤマトクサカゲロウと外来近縁種との識別法

[要約]

土着天敵ヤマトクサカゲロウと海外から輸入されている近縁種とをミトコンドリア遺伝子の部分配列を利用して、容易に識別する手法を開発しました。

[背景と目的]

化学農薬の使用を軽減し、環境に優しい農業を実現する手法のひとつとして、天敵の害虫防除への利用があります。しかし、近年は、海外で開発された有能な天敵を利用する場面も多くなる一方で、これらが標的害虫以外の昆虫を捕食するなどして、農業生態系における食物連鎖のバランスを崩す、といったリスクを懸念する声もあります。現在、土着天敵ヤマトクサカゲロウ *Chrysoperla nipponensis* に近縁な外来種 (*C. carnea*) が輸入・利用されていますが、両者は、外見上の区別が困難です。そこで、この外来種が今後、定着して農業生態系に影響を与えるか否かをモニタリングするために、ミトコンドリア遺伝子の部分配列を利用して、土着種と識別する手法を開発しました。

[成果の内容]

土着天敵ヤマトクサカゲロウと海外から輸入されている近縁外来種のミトコンドリア遺伝子の部分配列 (COI) を決定して、比較したところ、土着種と外来種それぞれに特徴的な配列が見つかりました。これらの配列の中に制限酵素で切断可能な配列があり、これを利用すると両種を 1 頭単位で識別可能であることが分かりました。

識別法は、虫体から DNA を抽出し、1 対のプライマー (PF, PR) で、ミトコンドリア遺伝子の部分配列 (1018bp) を増幅した後、これを HpyCH4 V という制限酵素で処理して、アガロースゲル電気泳動で分離するという方法です (図 1)。

この制限酵素で切断した際、270bp 未満のバンドが認められる場合は、在来種であり、270bp 未満のバンドが認められない場合は、外来種であると判定できました (図 2)。

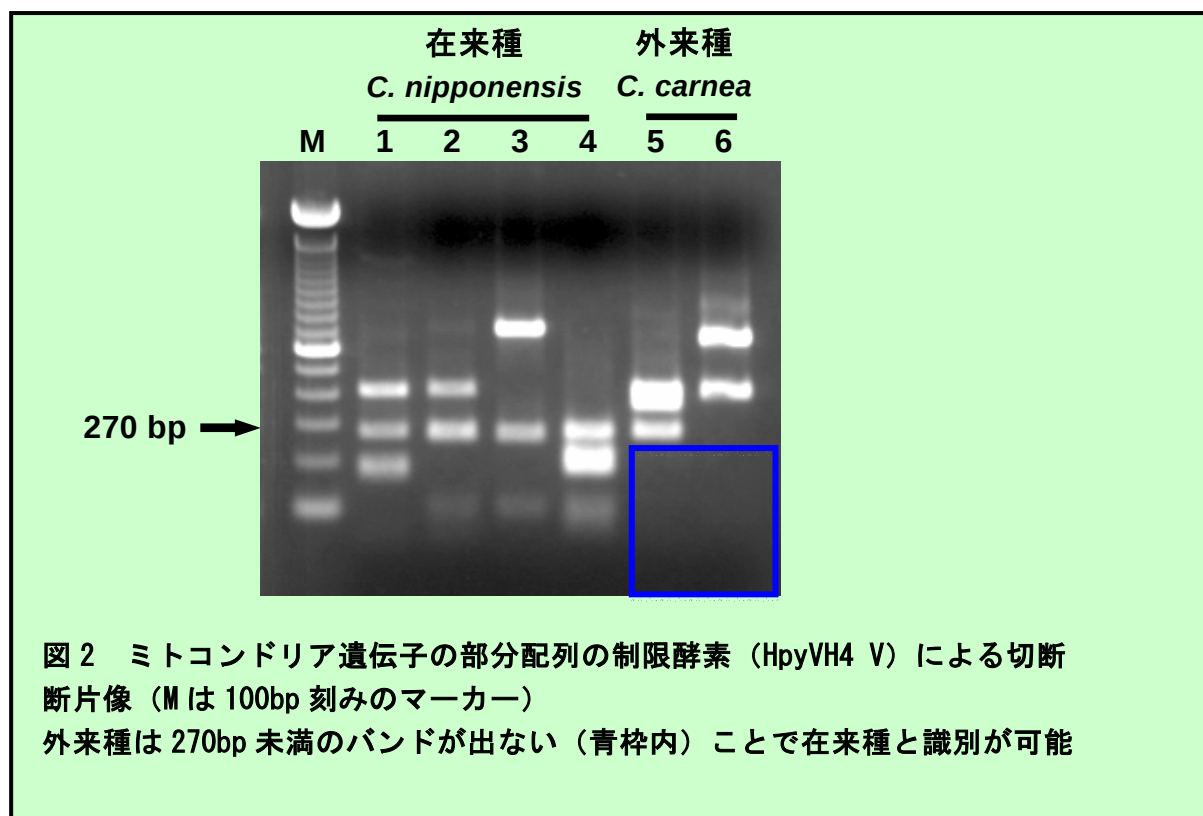
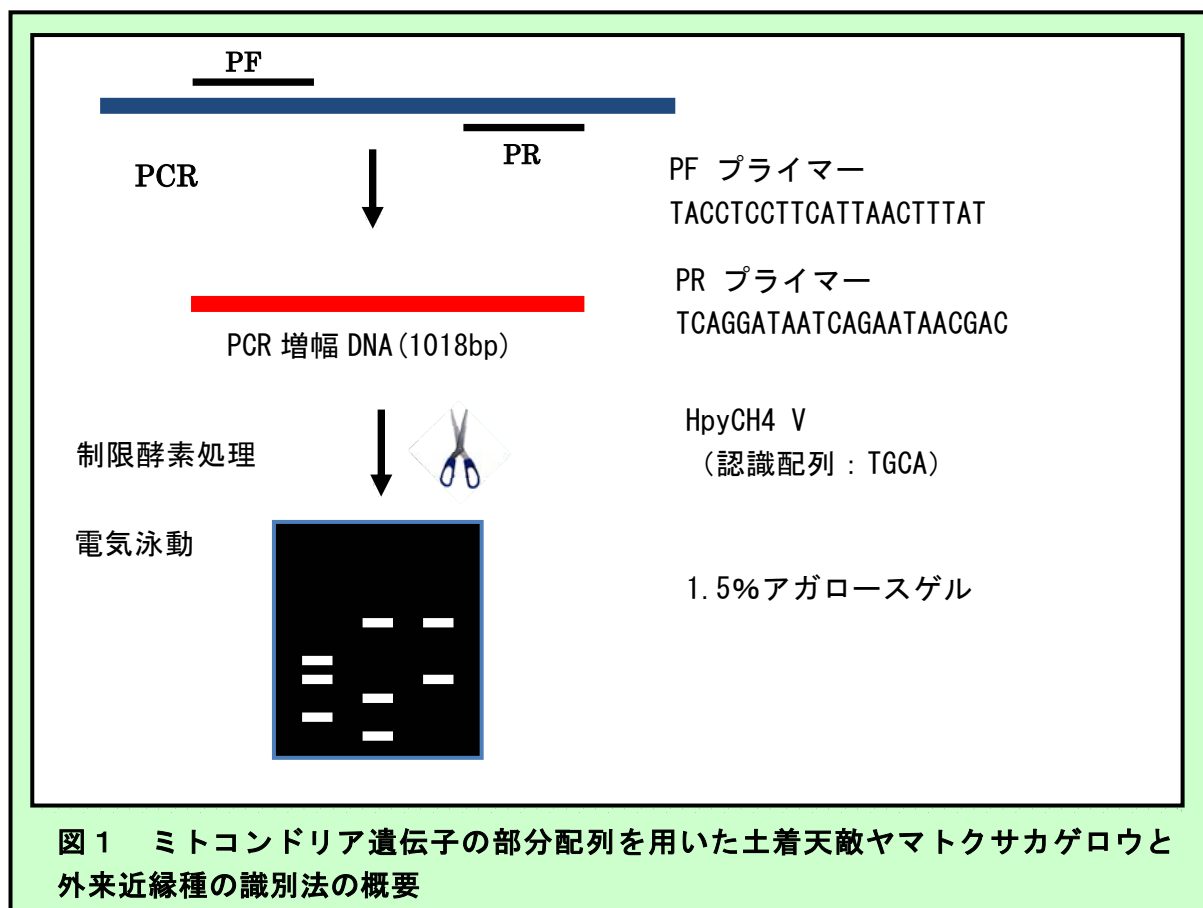
このように、ミトコンドリア遺伝子の部分配列を PCR 法で増幅して、制限酵素で切断することにより、外来種 (*C. carnea*) と土着種ヤマトクサカゲロウを容易に識別することができます。この方法は、本外来天敵の野外分布状況と農業環境への影響の有無をモニタリングするために利用でき、リスク評価及び管理に大きく貢献します。

リサーチプロジェクト名：外来生物生態影響リサーチプロジェクト

研究担当者：生物多様性研究領域 望月 淳、野村昌史 (千葉大学)

発表論文等：

- 1) Haruyama et al., Ann. Entomol. Soc. Am. 101: 971-977 (2008)



ため池の多様なトンボ類を守るためには、 池の環境だけではなく、池の配置も重要です

〔要約〕

トンボ類にとってのため池の配置の重要性を、池内の環境、池周辺の土地利用の影響と比較して、評価しました。個々のトンボ種に注目すると、飛翔力のあまり強くない種では、ため池の配置が最も重要であること、さらにトンボ類全体を対象とすると、ため池の配置は、他の影響と等しく重要であることがわかりました。

〔背景と目的〕

最近の研究では、農業環境の変化にともなって、多くの昆虫種は、好適な生息地を失うだけでなく、生息地ネットワーク構造の劣化により、個体数を維持できなくなっていると示唆されています。本研究では、トンボ類における、ため池の配置の重要性を調べました。

〔成果の内容〕

トンボ類は、古くから日本の農村に生息する生物として親しまれ、農村生物多様性を計るための重要な指標生物です。茨城県南部、恋瀬川流域の農業用ため池 70 地点で観察したトンボ類個体数データ（田中らの 2005 年調査）を使って、ため池の配置の重要性を定量的に評価しました。

まず、代表的なトンボ 3 種について、それぞれの個体数に対する、池内の環境（面積、底堆積物、水質など）、周辺の土地利用（GIS バッファ解析により抽出）、池の配置（池間の近接距離行列をもとに定量化）の 3 つの要因の相対的な影響度を、重回帰分析によって調べました（図 1）。飛翔力があまり強くないモノサシトンボとシオカラトンボでは、池の配置の影響が大きいことがわかりました。また、この 2 種のうち、環境選好性の強いモノサシトンボの方が、池内の環境、周辺の土地利用とも、相対的に大きく影響していました。一方、飛翔力が強いウチワヤンマでは、池の配置の影響はほとんどありませんでした。次に、トンボ類全体に対する影響を評価するため、トンボ類の多様性に対する上記 3 要因の影響を、多変量解析手法を使って比較したところ、それぞれ同じ程度、重要であることがわかりました（図 2）。

以上から、多様なトンボ類の保全には、池内や周辺の環境が異なる様々なため池が、トンボ類の移動可能な範囲内にまとまって配置されていること、すなわち池の配置が重要性であると、定量的に示されました。

本研究の一部は農林水産省の委託プロジェクト研究「流域圏における水循環・農林水産生態系の自然共生型管理技術の開発」による成果です。

リサーチプロジェクト名：水田生物多様性リサーチプロジェクト
研究担当者：生物多様性研究領域 山中武彦、濱崎健児、田中幸一、生態系計測研究領域 岩崎亘典、David S. Sprague、農業環境インベントリーセンター 中谷至伸

発表論文など：

- 1) 田中ら．農環研ニュース、76: 5-6 (2007)
- 2) Yamanaka et al. Oikos 118: 67-76 (2009)

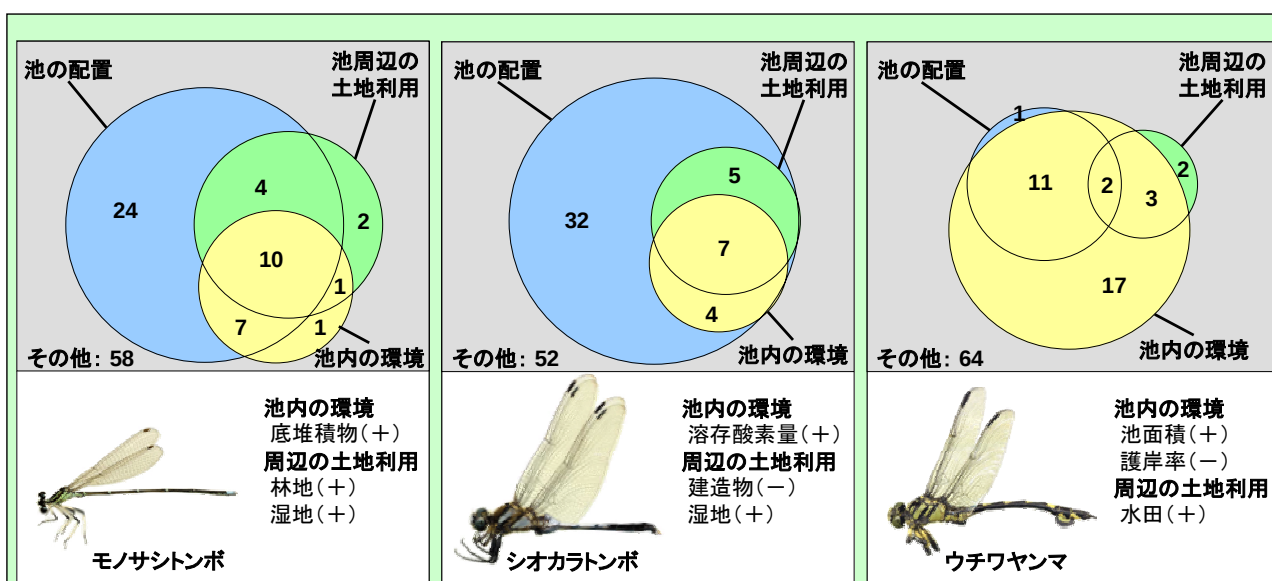


図1 種ごとの要因評価

代表的なトンボ3種について、池内の環境、池周辺の土地利用、池の配置の3つの要因にわけて評価しました。（重回帰分析を行いました。ベン図の数字は、それぞれの相対影響の強度を表し、全部足すと100になります。例えばモノサシトンボでは、池の配置の重要性は青い円で示され、単独で説明される部分24%と、その他の要因と分離できない部分をあわせて、24+4+10+7=45%と評価されます。下ボックスの要因は、変数選択によって選ばれたものです。+-記号は、個体数にそれぞれ正または負の影響があることを示しています）

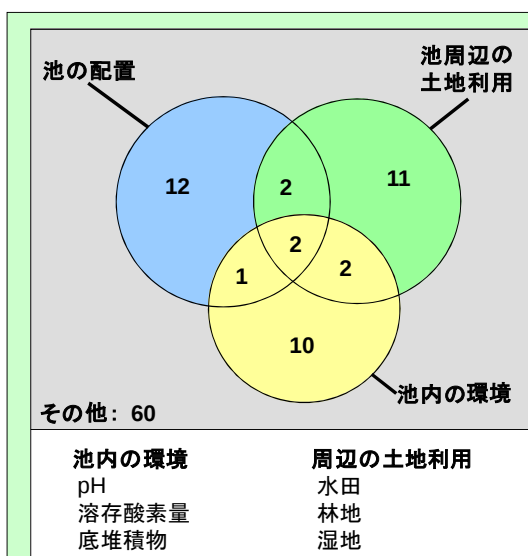


図2 トンボ類全体での解析

池のトンボ類を説明する要因を、池内の環境、池周辺の土地利用、池の配置の3つにわけて評価したところ、それぞれ同じ程度の重要性を持っていることがわかりました。（ベン図の数字は、それぞれの相対影響の強度を表し、全部足すと100になります。下ボックスの要因は、変数選択によって選ばれたものです。種によって正にも負にも影響します）

2007 年夏季異常高温下での水稻不稔率の増加を確認

〔要約〕

2007 年 8 月に関東・東海地域で発生した異常高温により、この期間に出穂・開花した水稻において、通常より高い割合で不稔が発生したことを確認しました。ただし、その割合は室内実験での温度反応から推定されるより低く、また出穂・開花の時期に高温に遭遇した水稻が少なかったこともあり、作況に影響するような大きな被害には至らなかったことがわかりました。

〔背景と目的〕

2007 年 8 月には、熊谷、多治見で観測史上最高の 40.9℃を記録するなど、広い範囲で異常高温に見舞われました。これまで多くの室内実験から、水稻の開花時の気温が 35℃を超えると、受精障害により不稔粒（もみ）が多発することが知られています。2007 年夏に記録された異常高温は、これまで顕在化していなかった高温不稔を誘発する温度域であり、被害発生が懸念されました。そこで、記録的な猛暑を観測した関東・東海地域において不稔発生の実地調査を行い、実態の解明を試みました。

〔成果の内容〕

群馬県、埼玉県、茨城県、岐阜県、愛知県において、7月下旬から8月下旬までに収穫した132の水田を対象に不稔粒の発生を調査しました。調査水田近隣の気象官署、AMeDAS観測地点の気象データと照合したところ、関東、東海の両地域で収穫・開花時期の最高気温が35℃を越えた水田があり、通常は約5%程度の不稔率が10%を越えた水田が認められました（図1）。農環研内の実験水田においても、最高気温の高い時期に収穫した区画では、20%を超える不稔が記録されるなど、不稔粒の割合は収穫・開花時期の気温とともに高まるのがわかり（図2）、平年より高い割合で不稔が発生したことが確認されました。

ただし、調査対象田における不稔発生率は、これまでの室内実験結果から予測される値よりも低い傾向にありました。農環研で開発した穂温推定モデルによると、気温と推定穂温の分布は必ずしも一致しませんでした（図3）。これは、穂の温度には気温だけでなく日射、風速、湿度といった気象要素も関連するからです。水稻の開花時間帯（午前10～12時頃）の穂温は、記録された最高気温よりも低かったと推定されること（図3）、また地域全体では収穫・開花の時期に高温に遭遇した水稻が少なかったことなどから、作況に影響するような大きな被害は認められませんでした。以上の結果は、今後予想される地球温暖化の進行が水稻に及ぼす影響を予測・検証する上で重要な基礎資料となります。

本研究は（独）農業環境技術研究所、（独）農業・食品産業技術総合研究機構作物研究所及び中央農業総合研究センターによる協定研究「2007 年夏季異常高温が水稻生産に及ぼした影響に関する緊急調査研究」による成果です。

リサーチプロジェクト名：作物生産変動要因リサーチプロジェクト

研究担当者：大気環境研究領域 長谷川利弘、吉本真由美、桑形恒男、石郷岡康史、（独）農業・食品産業技術総合研究機構作物研究所 近藤始彦、石丸 努

発表論文等：1) プレスリリース 2008 年 3 月 28 日

2) 長谷川ら、米麦改良、9:10-13 (2008)

3) 長谷川ら、農業及園芸、84: 42-45 (2009)

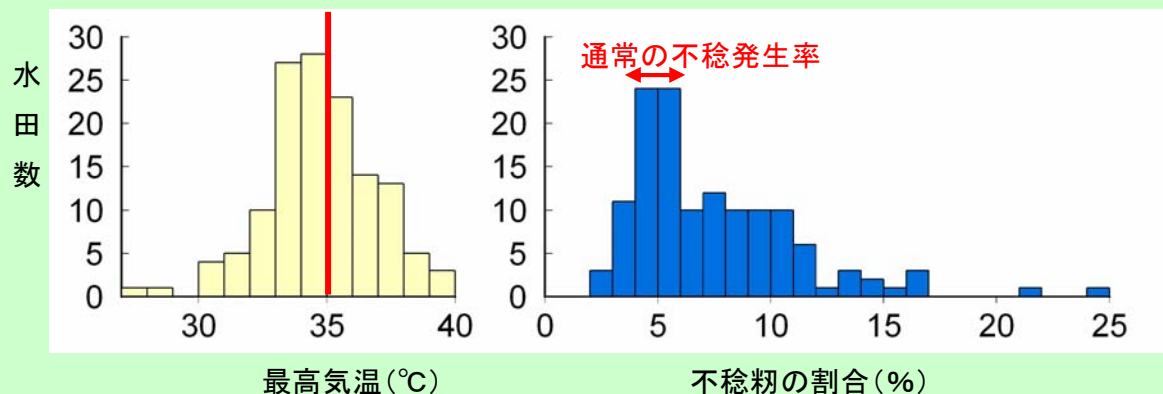


図1 関東・東海地域の調査水田における出穂・開花時期（5日間）の最高気温と不稔籾割合の頻度分布。多くの水田で出穂・開花時期の最高気温が35℃を超え、それに伴って不稔籾の割合が通常の5%程度を超える水田が多く認められました。

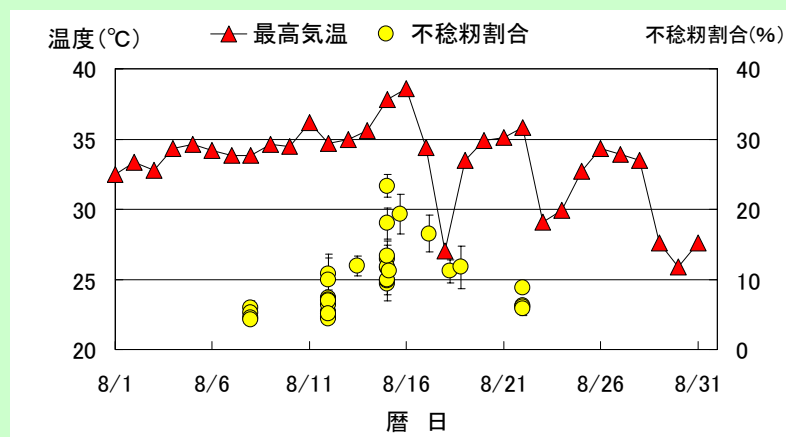


図2 農環研実験水田における日最高気温と開花日ごとにみたイネの不稔籾の割合
猛暑に見舞われた8月15日前後に開花した穂の不稔籾の割合が高くなっています。

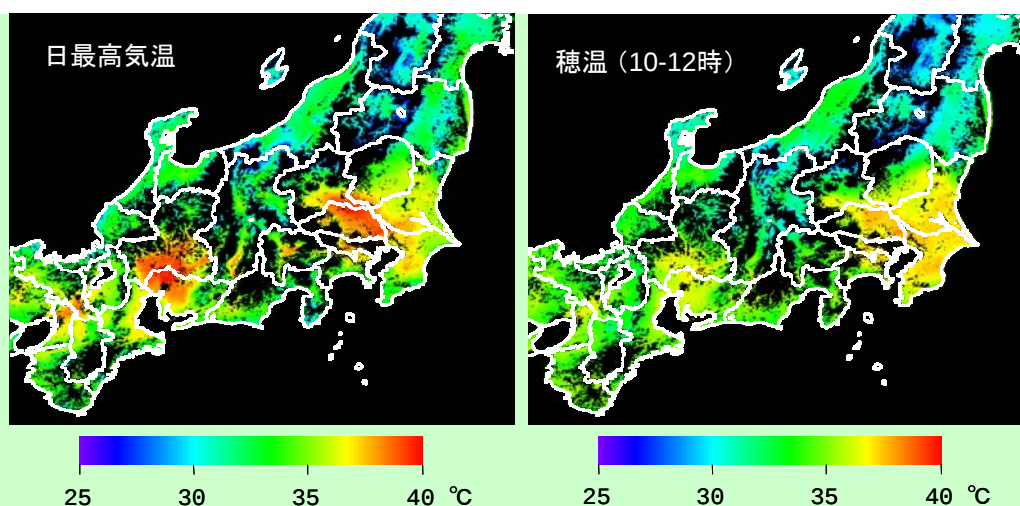


図3 2007年8月16日の最高気温の分布(左)と穂温推定モデルによる同日午前10～12時(開花時間帯)の推定穂温の分布(右)。

穂の温度には気温だけでなく日射、風速、湿度といった気象要素も関連するため、気温と穂温の分布は必ずしも一致しないことがわかりました。

水田からのメタン放出に対する 大気二酸化炭素濃度と夜温上昇との相互作用

〔要約〕

大気二酸化炭素（CO₂）濃度の上昇は、水田土壌からのメタン（CH₄）放出を促進しますが、その程度は高夜温によって抑制されることをチャンバー実験により明らかにしました。この結果は、気候変化のメタン発生へのフィードバック効果の解明と温暖化の予測に役立ちます。

〔背景と目的〕

水田は温室効果ガスであるメタンの主要な発生源の1つです。温度の上昇が水田からのメタン放出を増加させることは古くから知られていますが、大気 CO₂ の増加もメタン放出を促進することが明らかになってきました。しかし、CO₂ 濃度と温度の組み合わせがメタン放出に及ぼす影響についての知見は限られています。特に、夜温上昇の影響は不明で、将来のメタン放出量の推定を不確実にする要因になっています。そこで、半閉鎖型自然光環境制御チャンバー（クライマトロン）において CO₂ 濃度と夜温を上昇させ、水田からのメタン放出に及ぼす影響を調査しました。

〔成果の内容〕

ポットに移植したイネ（品種、IR72）を屋外で栽培し、生殖成長中期（移植 59 日後）からクライマトロンにおいて、2 水準の夜温（高夜温 32℃、低夜温 22℃、昼 32℃）と 2 水準の CO₂ 濃度（標準濃度 380ppm、高濃度 680ppm）の 4 条件下で栽培しました（図 1）。メタンフラックスは、移植 5 週間後から出穂期頃まで急激に増加し、以降成熟にかけて減少するという明瞭な季節変化を示しました（図 2）。高夜温の影響は大きく、メタン放出量を平均で約 50% 増加させました。また、高 CO₂ 濃度も、これまでと同様にメタン発生を促進しましたが、本実験では、茎数に差がない条件でも高 CO₂ 濃度の影響が顕著に現れることを初めて示しました。ただし、高 CO₂ によるメタン放出の増加率は、低夜温区で 32% と高かったのに対し、高夜温区では 4% と小さく、CO₂ 濃度上昇による水田からのメタン放出の促進が、高夜温によって抑制されることがわかりました（表 1）。イネのバイオマス増加はメタン放出を促進する要因のひとつですが、高 CO₂ によるイネの乾物生産の増加も高夜温によって抑制されたことから、高夜温はイネの光合成・乾物生産の CO₂ 応答を低下させることによって、メタン放出に対する CO₂ 影響を軽減させる可能性が示唆されました。以上の結果は、気候変化のメタン発生へのフィードバック効果を解明・予測する上で有用な知見です。

本研究は環境省地球環境保全等試験研究費のプロジェクト研究「高 CO₂ 濃度・温暖化環境が水田からメタン発生に及ぼす影響の解明と予測」による成果です。

リサーチプロジェクト名：温室効果ガスリサーチプロジェクト

研究担当者：大気環境研究領域 長谷川利拡、程 為国、酒井英光、物質循環研究領域 八木一行

発表論文等：Cheng et al., Global Change Biology, 14: 644-656 (2008)

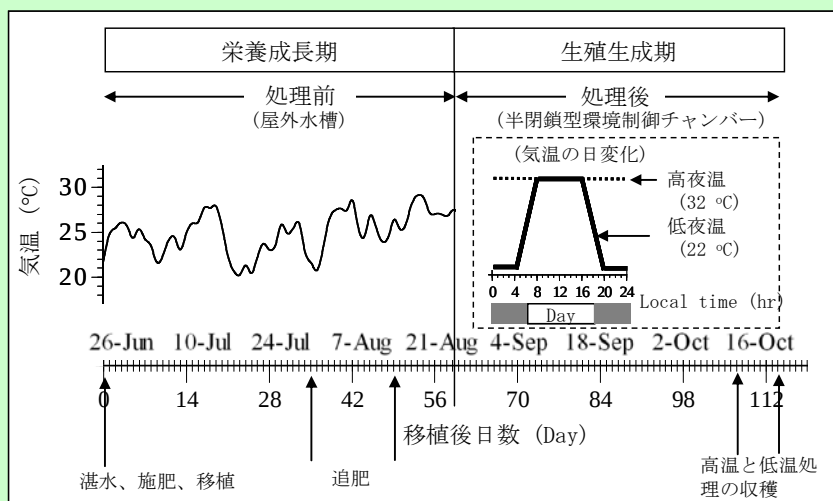


図 1 茨城県つくば市農業環境技術研究所のクライマトロンを用いた高 CO_2 濃度・高夜温処理実験のスケジュールと処理前後の気温変化。夜温・ CO_2 処理は最高分けつ期後に開始したため、メタン放出量に影響する茎数に処理の影響は認められなかった。

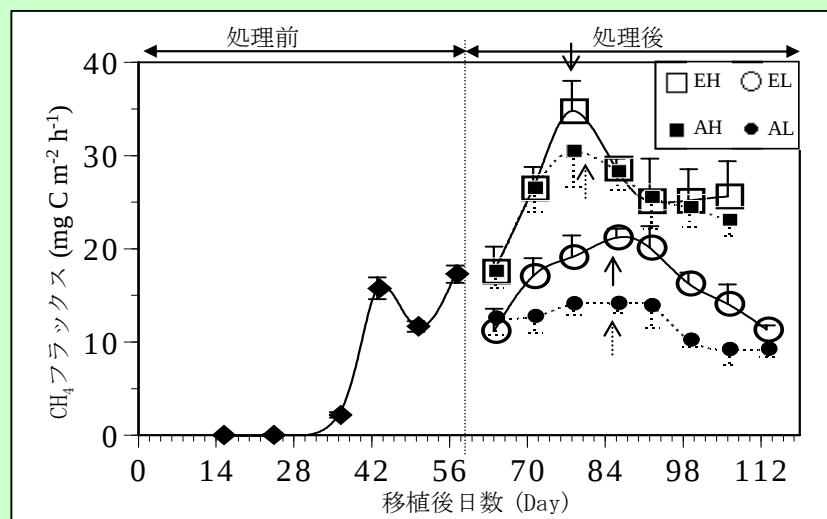


図 2 メタンフラックスの生育に伴う変化。縦棒は標準偏差 ($n=3$)。EH: 高 CO_2 高夜温; AH: 標準 CO_2 高夜温; EL: 高 CO_2 低夜温; AL: 標準 CO_2 低夜温。移植日は 2006 年 6 月 26 日。矢印は出穂日を示す。

表 1 高 CO_2 と高夜温が処理後の総メタン放出量とイネの乾物増加量、収穫時のイネ総乾物重と茎の乾物重に及ぼす影響

夜温 ($^{\circ}\text{C}$)	CO_2 濃度 (ppm)	処理後の CH_4 放出量 (g C/株)	処理後の 乾物増加量 (g/株)	収穫時の 総乾物重 (g/株)	収穫時の 茎乾物重 (g/株)
32	680 (EH)	1.00 a [¶]	61 a	122 a	51 a
	380 (AH)	0.96 a	54 a	115 a	47 a
	増加率(%)	3.5	13	5.9	7.7
22	680 (EL)	0.74 b	58 a	119 a	42 a
	380 (AL)	0.56 c	42 b	103 b	33 b
	増加率(%)	32	38	16	26

¶ 同一アルファベットは、処理間に5%水準での有意差がないことを示す。

東南アジアにおけるバイオ燃料増産による 環境への窒素負荷の評価

〔要約〕

東南アジアにおいて、穀物単収の増大により得られる余剰農地にサトウキビなどを生産すると、2030 年に 3 千万 KL 程度のバイオ燃料を生産することが可能です。しかしこのために投入する窒素肥料により、環境への窒素負荷は食料のみを生産する場合の 1.3-1.5 倍に増えると予測されます。

〔背景と目的〕

温暖化対策の一つとしてバイオ燃料が注目されていますが、一方で食料生産との競合が問題になっています。また、バイオ燃料用作物の生産は、生態系の破壊や環境汚染の原因となることも懸念されています。ここでは、現在の農地において、必要な食料の生産に加えて、どの程度の量のバイオ燃料用作物の生産が可能であるか、そのとき、環境への窒素負荷はどう変化するかを明らかにすることを目的としました。

〔成果の内容〕

穀物の大量生産国であり、生産余力の期待できる東南アジア 4 カ国（インドネシア、ミャンマー、タイ、ベトナム）を対象としました。これらの 4 カ国の現在の穀物消費量は 1.7 億 t、ほぼ同量を地域内で生産しています。単収は 3.9 t/ha です。

図 1 に示した手順で 2030 年までの、飼料も含んだ穀物必要量と穀物生産可能量を見積もり、これらから余剰農地面積を求めました。2030 年の穀物需要は現在の 1.2～1.6 倍となりますが、単収の増加（最大 6.7 t/ha と予測）によって約 27%の穀物栽培農地でバイオ燃料用作物の生産が可能であると見積もられました。

シナリオにより大きな違いがありますが、1) 3 千万 kL 程度のバイオ燃料の生産が可能であること、2)インドネシア、ミャンマー、タイでの生産量が大きいこと、3)アブラヤシが最も生産性が高いことがわかります（図 2、表 1）。

窒素循環モデルにより推定した環境への窒素負荷（農地からの流出、家畜糞尿、人からの排出を含む）は、2005 年には 309 万 tN でしたが、食料生産のみでも 2030 年には 520 万 tN 程度に増加します。バイオ燃料用作物を生産すると、穀物単収の増加のためとバイオ燃料用作物栽培のために窒素肥料必要量が増大するため、あわせて約 680－800 万 tN の負荷、食料生産のみの場合の 1.3－1.5 倍となると予測されました（図 3）。このような推定により、バイオ燃料生産の効用と負の影響を定量的に示すことが可能となります。

本研究の一部は環境省地球環境研究総合推進費のプロジェクト研究「酸性物質の負荷が東アジア集水域の生態系に与える影響の総合的評価に関する研究」による成果です。

リサーチプロジェクト名：炭素・窒素収支広域評価リサーチプロジェクト

研究担当者：物質循環研究領域 新藤純子、生態系計測研究領域 岡本勝男

発表論文等：

- 1) Shindo et al., Ecological modeling, 193, 703-720 (2006)

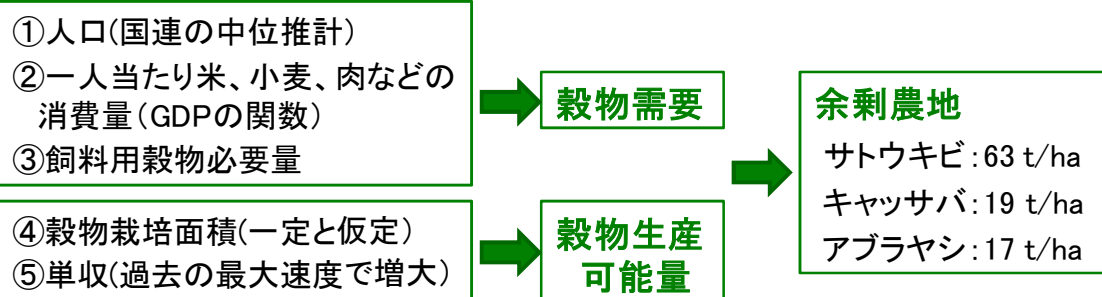


図1 2030年までの穀物需要とバイオ燃料用作物生産可能量の推定手順

②の一人当たり畜産品消費量の変化、③飼料に占める穀物の割合に複数のシナリオを想定して推定しました。バイオ燃料用作物の単収は国ごとの現在の単収を用いました。図中の単収は対象とした4カ国（アブラヤシは2カ国）の平均です。

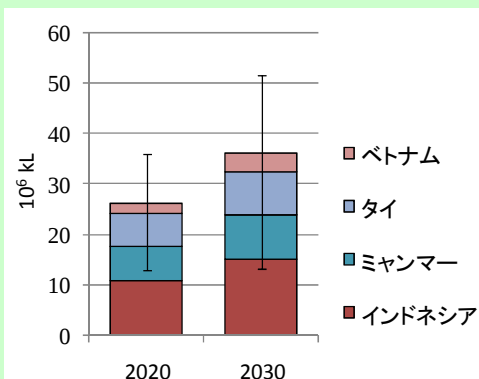


図2 サトウキビエタノールの生産可能量

図に示した誤差範囲は、想定した複数のシナリオによる推定値の範囲を表します。インドネシア、ミャンマー、タイに生産余力があります。キャッサバはサトウキビと同程度のバイオ燃料生産が見込めますが、サトウキビではバガスをエタノール精製のエネルギー源として利用できるのに対して、キャッサバの場合は外部からのエネルギー投入が必要です。

表1 2030年におけるバイオ燃料の生産可能量

	サトウ キビ	キャッ サバ	アブラ ヤシ†
面積当た り生産量	3.6 kL ha^{-1}	3.3 kL ha^{-1}	4.1 kL ha^{-1}
	76 GJ ha^{-1}	71 GJ ha^{-1}	137 GJ ha^{-1}
総生産量	$36.1 \times 10^6 \text{ kL}$	$30.0 \times 10^6 \text{ kL}$	$25.2 \times 10^6 \text{ kL}$
	$768 \times 10^6 \text{ GJ}$	$638 \times 10^6 \text{ GJ}$	$840 \times 10^6 \text{ GJ}$

†アブラヤシを現在生産しているインドネシアとタイのみで生産すると仮定

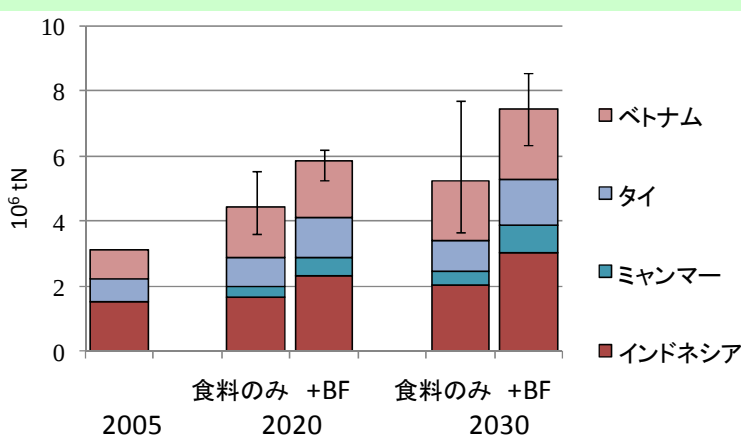


図3 バイオ燃料用サトウキビの生産による環境への窒素負荷

食料生産のみの場合と比較してバイオ燃料用サトウキビの生産（図の+BF）により、窒素負荷が増大します。キャッサバ、アブラヤシの場合の2030年の窒素負荷は各々8.0、6.8 $\times 10^6 \text{ t N}$ となりました。

極低温条件でも降水の量と継続時間を 正確に長期間保守なしで実測できる測器の検証

〔要約〕

極低温条件で、大気中の降水粒子濃度を直接測る方式の新型降水量計 2 機種と従来機種との比較を行いました。近赤外式の降水量計は、降水の量や継続時間の実態を正確に計測でき、長期間保守なしで正常に動作しました。

〔背景と目的〕

従来の降水量計は、降雪時に周囲の風の乱れによる捕捉損失が大きく、実測値が過小でした。また、構造上降水開始時刻を特定できず、正確な降水継続時間が不明でした。さらに、定期的な保守も不可欠なため、河川源流域等無人地では降水量観測が行われていません。このため、これらの問題を解決する計測手法の開発が切望されています。そこで、大気中の降水粒子濃度を非破壊で遠隔計測する降水量計 2 機種を用いて、極低温でも長期間保守なしで正常に動作し、正確な降水量が実測できるか、比較しました。

〔成果の内容〕

北海道芽室町において、最高 1.2℃、同最低-27.2℃、同平均-10.0℃の冬季の極低温条件で、以下の 3 タイプの降水量計を用いて日降水量の長期比較試験を行いました。①875nm の近赤外光を大気中に照射し、降水粒子に対する散乱光によって降水量を測る近赤外式、②24GHz のマイクロ波を大気中に放射し、降水粒子に対する反射波によって降水量を測るマイクロ波式、③従来の手法である気象庁溢水式降水量計。ただし、溢水式の観測値は、同高度の風速から既知の補正式（横山ら,2003）によって捕捉損失を補正して、実際に降ったと考えられる降水量（真の降水量）を推定しました。その結果、近赤外光式が、降水量をより正確に（推定誤差:0.78mm）実測することが分かりました。一方、マイクロ波式の実測値は過小でした（図 1）。

また、降水イベント中の積算降水量の時間変化を図 2 に示します。転倒枡によって計測された溢水式実測値やそこから推定された真の降水量（従来法）は、その枡が降水によって満ちるまで記録が生じないため、弱い降水が続く場合に正確な降水継続時間を算出できません。一方、近赤外光式は弱い降水にも反応するため、降水継続時間をより正確に実測できることが分かりました。

これらの成果は、正確な降水の量や継続時間の観測網整備に役立ちます。流域水文・農地土壌水分の正確な把握、雪崩等雪氷災害の予報、屋根雪・道路除雪時期の予測など積雪地農村環境の改善、雪室等農業利雪施設の基礎資料等、多方面への活用が期待されます。

本研究は環境省地球環境保全等試験研究費のプロジェクト研究「温暖化条件下の積雪・土壌凍結地帯の長期変動傾向の予測と農業に及ぼす影響評価」による成果です。

リサーチプロジェクト名：温暖化モニタリングリサーチプロジェクト

研究担当者：大気環境研究領域 井上聡、廣田知良、岩田幸良、根本学（（独）農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター）

発表論文等： Inoue et al., Journal of Agricultural Meteorology, 65: 77-82 (2009)

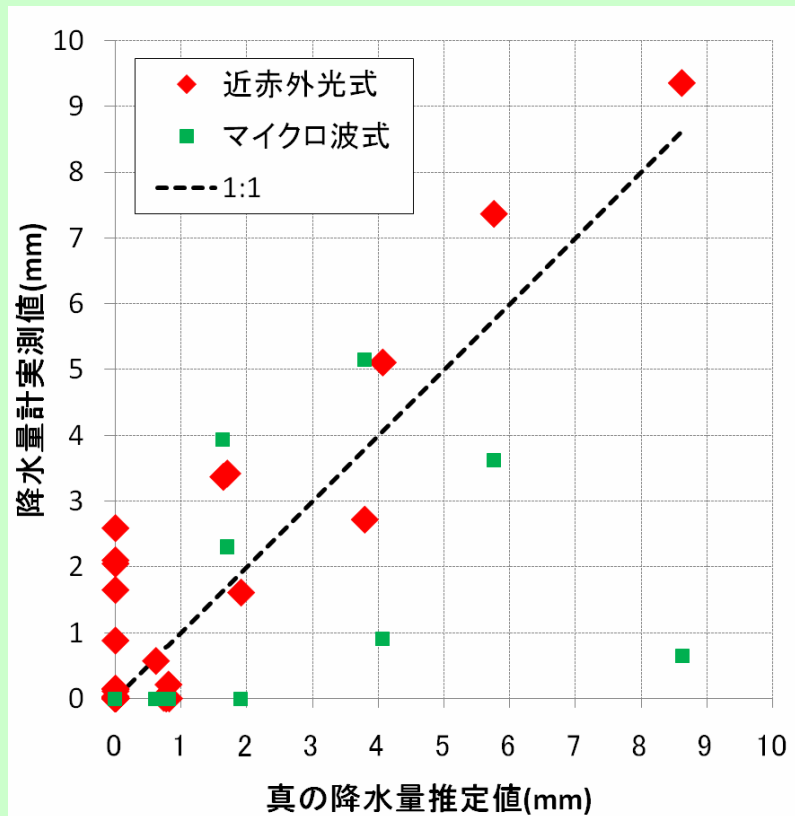


図1 近赤外光式（PWD11）およびマイクロ波式（R2S）の実測値と真の降水量推定値の日降水量の比較

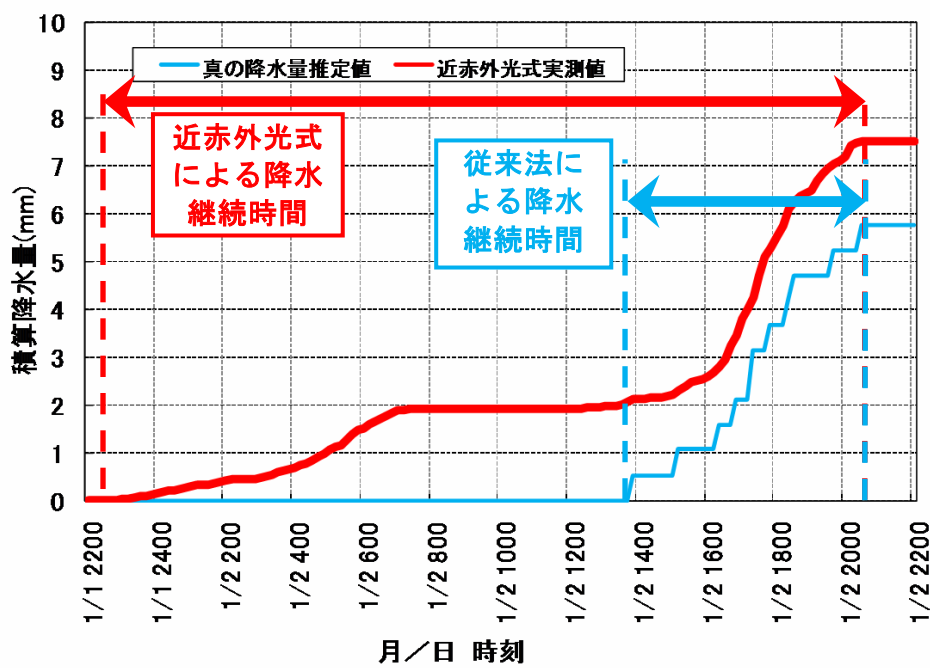


図2 近赤外光式実測値と真の降水量推定値（従来法）による降水継続時間の比較
2006年1月1日22:00 ～ 2006年1月2日22:00

東アジアの土地被覆・土地利用の時間的変化を 広範囲で捉えるための植生指数データセット

【要約】

東アジアの土地被覆・土地利用変化を広範囲で捉えるため、雲の影響を低減させ、2004～2007年の植生等の状態を捉えることができる各種指数の時系列データセットを作成しました。

【背景と目的】

食料生産や水需給を評価するためには、土地被覆・土地利用の時・空間変動を把握することが重要です。これまでも各種の衛星データが利用されてきましたが、頻度や解像度は必ずしも十分ではありませんでした。そこで、高頻度観測衛星 MODIS データを用いて、土地被覆・土地利用変化を捉えるための植生指数データセットの作成をめざしました。

【成果の内容】

東アジアの土地被覆・土地利用の時間的変化を広範囲で捉えるため、一日に 2～3 回観測される MODIS 画像から各種植生指数データセットを作成しました。これは、2004～2007 年のインドシナ半島地域(北緯 5～25 度,東経 95～110 度)、日本および朝鮮半島地域(北緯 30～46 度,東経 123～146 度)(図 1)を対象にしています。

植物の活性度や量の変化をみることができる NDVI(正規化植生指数)、EVI(強調植生指数)といった植生指数は、土地被覆・土地利用の変動をとらえるために必要不可欠な情報です。画素毎に植生指数を算出した後、数日間毎に雲の影響の少ない点を代表値とし、その時系列データに平滑化処理を行って植生指数のデータセットを作成しました。図 2 は、6 日間隔で作成した EVI の時系列データのうち 1 月 1 日～6 日の例を示したものです。

このように、雲による影響がほとんど無い時系列データセットを作成することによって、植被を指標とした土地被覆、土地利用の連続的な変化を捉えることが可能となります。図 3 は、インドシナ半島を対象に ISODATA 法という教師なし分類法を適用して、水稻の作付けに注目した土地利用分類を行った例です。既存の土地利用分類図と比較して、実態をより正確に反映しています。

なお、データセットは無償で提供可能ですので、担当者へ直接お問い合わせください。

本研究の一部は農林水産省の委託プロジェクト研究「地球規模水循環変動が食糧生産に及ぼす影響の評価と対策シナリオの作成」および(独)農業環境技術研究所の交付金プロジェクト研究「気候変動に対する水田生態系応答モデルの構築とコメ生産のリスク評価」による成果です。

リサーチプロジェクト名：農業空間情報リサーチプロジェクト

研究担当者：生態系計測研究領域 石塚直樹、坂本利弘、大野宏之(現：(独)農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター)

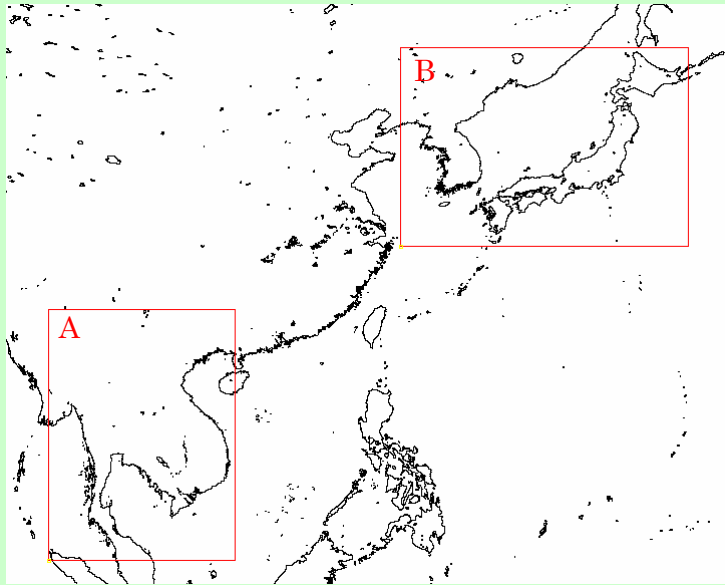


図 1 整備されたデータの範囲

A : インドシナ半島地域
(北緯 5~25 度、東経 95~110 度)、
B : 日本・朝鮮半島地域
(北緯 30~46 度、東経 123~146 度)

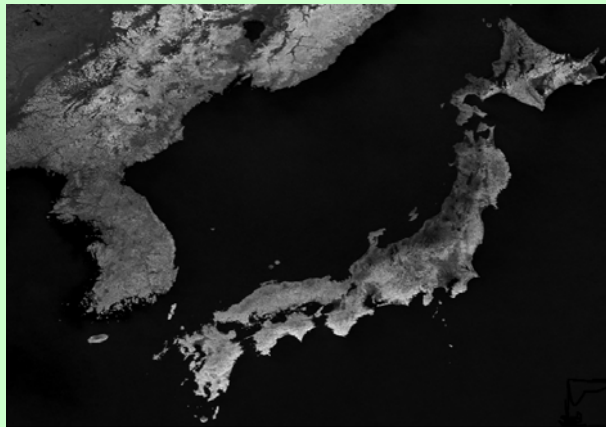


図 2 データセットの例

1 月 1 日~6 日の植生指数 (EVI : 強調植生指数) の図です。
陸地の部分は白い所ほど植物の活性度が高く、量が多い所になります。

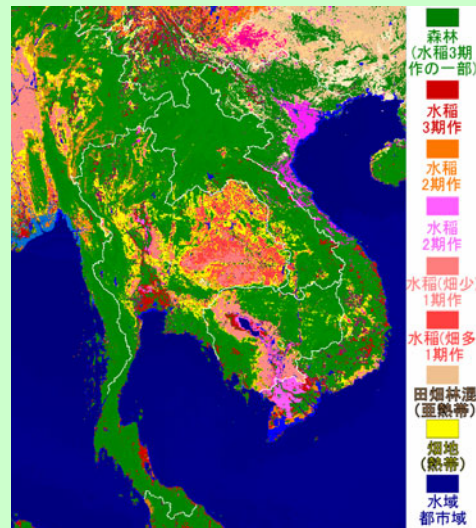


図 3 データセットから作成した水稲作付け分類 (活用例) このデータセットを利用して、広い範囲の植物の時間的変動をもとにした分類をすることができます。これは東南アジアの水田に着目して分類を行った結果であり、季節的变化から水稲の作付けパターンの広域的な分布実態を把握することができます。

農業環境インベントリーシステムの Web 公開

〔要約〕

昆虫、微生物、土壌や植物標本情報の登録・編集、検索・閲覧および採集地点を地図上に表示する機能をもつデータベースシステムを開発・公開しました。分野の異なる標本の時間的・空間的情報を地図上で同時に把握することができます。

〔背景と目的〕

農業環境技術研究所には農業環境に係わる膨大なデータや標本がインベントリー（目録）として蓄えられています。これらの貴重な情報を整理して、データベース化し、新たな情報の蓄積や検索・利用を容易に行うことができるシステムを開発することにより、分野を越えた情報の流通、高度利用、多面的利用を図ることが求められていました。そこで、分野を異にする標本情報を地理情報システムにより統一して扱うシステムを開発し、Web 公開しました。

〔成果の内容〕

このシステムには現在、昆虫 800 件、微生物標本 500 件、土壌モノリスと呼ばれる土壌断面標本 137 件、亜硫酸ガス被害を受けた煙害植物と称する標本 1,600 件の情報が登録されています。

Web 閲覧ソフトで、公開 URL (<http://hpc234.niaes.affrc.go.jp/nric/>) にアクセスすると検索・閲覧モードの画面が表示されます。標本の種類ごとに、検索条件を指定して検索することができます。検索項目は標本の種類によって異なります。

検索結果は一覧表形式と地図上への地点表示の 2 つの形式で閲覧できます（図 1）。一覧表形式は、基本情報と詳細情報の表示切替えができます。また、標本の中には写真画像を閲覧できるものがあります。地図表示は採取地点の詳細な地図を表示します。本システムには、緯度・経度が特定されていないデータについても地名から該当する緯度・経度を自動的に割り当てる機能を搭載しており、古い標本などの情報も表示しています。

地図上に表示されたアイコンをクリックすると登録された標本の情報が閲覧できます（図 2）。選択地点の標本一覧が表示され、識別番号（ID）をクリックすると基本情報が表示されます。さらに、詳細ボタンをクリックすると標本の詳細情報が表示されます。

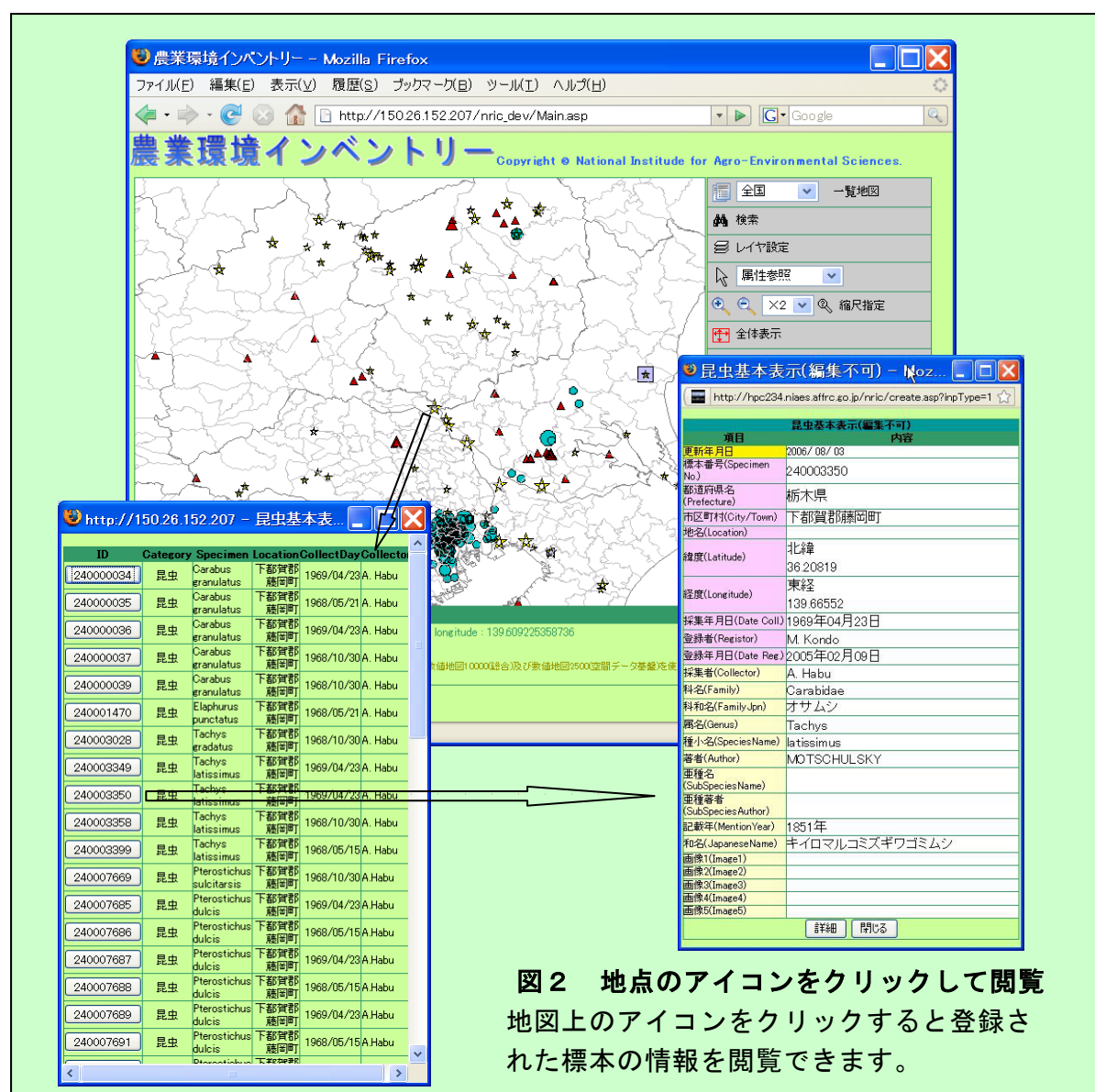
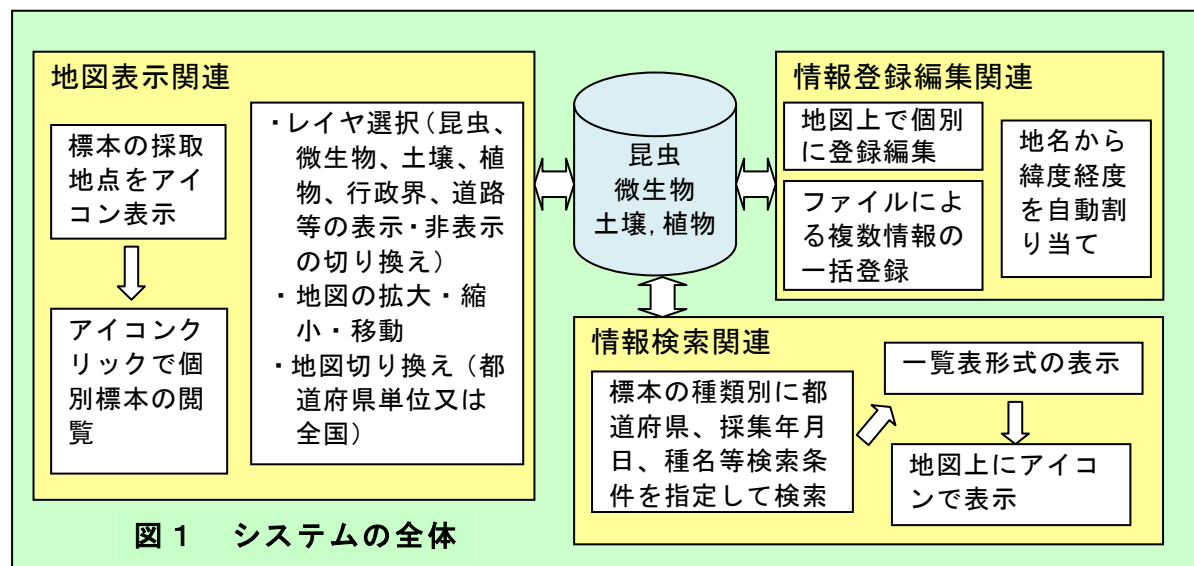
以上のように、本システムを使うことにより標本の採取時期別、種類別の地理的な分布を容易に見ることができるので、例えば新害虫の発生分布の時間的な変化を確認したり、土壌特性に対応した植物分布とその植物に棲息する昆虫の関係を調べることなどに利用することが期待されます。

リサーチプロジェクト名：環境資源分類・情報リサーチプロジェクト

研究担当者：農業環境インベントリーセンター 上田義治、大倉利明、中井 信、吉松慎一、中谷至伸、生物生態機能研究領域 小板橋基夫

発表論文等：

上田ら、インベントリー、5：20-23 (2006)



国内における線虫学関連文献目録の公開

〔要約〕

1997 年から 2006 年にわが国で発表された線虫学に関する文献データベースを公開しました。日本人が海外の雑誌に発表した文献なども採録し、この期間のわが国の線虫学に関わる文献情報のほとんどを閲覧することができます。

〔背景と目的〕

線虫は、土壌中で最も数が多く多様な多細胞動物で、環境指標、モデル生物、害虫防除などの有用性があり、作物の害虫として重要なものもあります。これまで農業環境技術研究所（農環研）が中心となって文献目録を作成していましたが、これをわが国の線虫研究の発展に役立てるため、データベース化を行い、公開しました。

〔成果の内容〕

線虫学関連国内文献目録には、わが国で発行された学術雑誌などに掲載された線虫学関連文献のほか、外国の学術雑誌などに日本人が著した線虫学関連文献やわが国で得られた線虫を研究対象とした文献など、2009 年 3 月現在 4,902 件の文献を採録しています。書籍や一部学会の講演要旨も採録対象に含みます。

線虫の種類については、土壌線虫や植物寄生性線虫を始め、モデル生物として生化学や遺伝学の分野で利用される線虫の一種 *Caenorhabditis elegans* や動物寄生性線虫、海洋線虫などあらゆる線虫を採録対象にしています。動物寄生性線虫については、大学や都道府県発行の報告など見落とされがちな文献に重点をおいて採録しています。

本目録は、農環研の Web サイトからアクセスできます (<http://nemadata.niaes.affrc.go.jp/list/menu.php>, 図 1)。著者名、発行年、文献の表題（タイトル）、誌名（書名）、巻・号、頁の採録項目に加えキーワードでも検索できます。

本データベースでは複数項目の同時検索も可能です（図 2）。検索を行う際の注意事項は、本文献目録の Web ページに記してあります。

本データベースには毎年新しいデータを追加します。現在最新のデータは 2006 年発表の文献約 600 件です。海外発行の学術雑誌に発表された文献は、発見、採録が 1 年程度遅れることがあります。このような文献や記載漏れの文献も把握でき次第追加します。今後、1996 年以前の文献も追加する予定です。本目録は、わが国における既往の研究成果の効率的な調査に役立ちます。

リサーチプロジェクト名：環境資源分類・情報リサーチプロジェクト

研究担当者：生物生態機能研究領域 荒城雅昭、小坂 肇、前原紀敏（独）森林総合研究所）

発表論文等：1) 荒城ら、日本線虫学会誌 36: 39-72 (2006)

2) 荒城、小坂、日本線虫学会誌 37: 121-150 (2007)

3) 荒城、小坂、日本線虫学会誌 38: 119-149 (2008)

線虫学関連日本文献目録 - Windows Internet Explorer

http://nemadata.niaes.affrc.go.jp/list/search.php?sort_on=9&key=%A5%BC%A5%B3%A5%BD%A5%B3%A5%BC1%A5%BE

線虫学関連日本文献目録

NIAES 線虫学関連日本文献目録 Nematological literature in Japan

簡易検索 項目別検索

検索する語句: ネコブセンチュウ

検索条件: AND検索 OR検索 NOT検索

複数条件で検索する時の区切り文字は半角スペースを入力して下さい

135 件中 41 ~ 50 件を表示

No.	詳細	著者名	年	タイトル	誌名	巻号	頁
41	詳細	水久保隆之・竹原利明・タラベラ・ミゲル	2001	トマトのサツマイモネコブセンチュウとトマト萎凋病菌の防除に及ぼすアミノ酸メチオニンと菌食性線虫 <i>Aphelenchus avenae</i> 処理の効果。	関東東山病害虫研究会報	48	179-191.
42	詳細	諏訪順子・上田康郎	2001	トマトのサツマイモネコブセンチュウに対するメチオニン施用の効果。	関東東山病害虫研究会報	48	175-178.
43	詳細	諏訪順子・上田康郎	2002	トマトのネコブセンチュウに対するアミノ酸メチオニンの効果。	植物防疫	56(5)	202-205.
44	詳細	富田恭範・小河原孝司・増井正明・長塚 久	2003	トルコギキョウ根腐病およびネコブセンチュウに対する熱水・土壌消毒とダゾメット微粒子による防除効果。	日本植物病理学会報	69(3)	285.(講要)
45	詳細	荒城雅昭	2001	ネコブセンチュウ。	In: 野菜の害虫 農林水産研究文献解説No.24(農林水産技術会議事務局編; VII 線虫類 1.) 農林統計協会, 東京.	In: 野菜の害虫 農林水産研究文献解説No.24(農林水産技術会議事務局編; VII 線虫類 1.) 農林統計協会, 東京.	266-299.
46	詳細	奈良野 孝	2004	ネコブセンチュウ - Meloidogyne 属 - (各	In: 線虫の見分け方(植物防疫特別刊行物 No. 9 日本植物防疫協会編)	日本植物防疫協会, 東京.	11-16. (口絵)

図 1 線虫学関連国内文献目録の検索例（簡易検索）

線虫学関連日本文献目録 - Windows Internet Explorer

http://nemadata.niaes.affrc.go.jp/list/search2.php?key1=%B6%E2%BC%48&search_type1=1&key7=2001+2002+2003+2004&

線虫学関連日本文献目録

NIAES 線虫学関連日本文献目録 Nematological literature in Japan

簡易検索 項目別検索

著者名: 金田

発行年: 2001 2002 2003 2004

タイトル:

誌名: 部分一致検索: AND検索 OR検索 NOT検索
完全一致検索: AND検索 NOT検索

巻号:

頁:

見出し語: 自活性線虫 土壌

検索条件: AND検索 OR検索 NOT検索

複数条件で検索する時の区切り文字は半角スペースを入力して下さい

2 件中 1 ~ 2 件を表示

No.	詳細	著者名	年	タイトル	誌名	巻号	頁
1	詳細	金田 哲・金子信博	2001	土壌生態系におけるトビムシの2つの機能 - 物質循環と微生物群集構造の制御 -	日本生態学会大会講演要旨集	49	148
2	詳細	金田 哲・荒城雅昭	2002	不耕起・堆肥連用圃場の土壌線虫の多様性(第5報) - 分蘗・培養できた菌食性・細菌食性線虫とその圃場における検出頻度 -	日本線虫学会誌	32(2)	92-93.(講要)

図 2 線虫学関連国内文献目録の検索例（複数項目による検索）

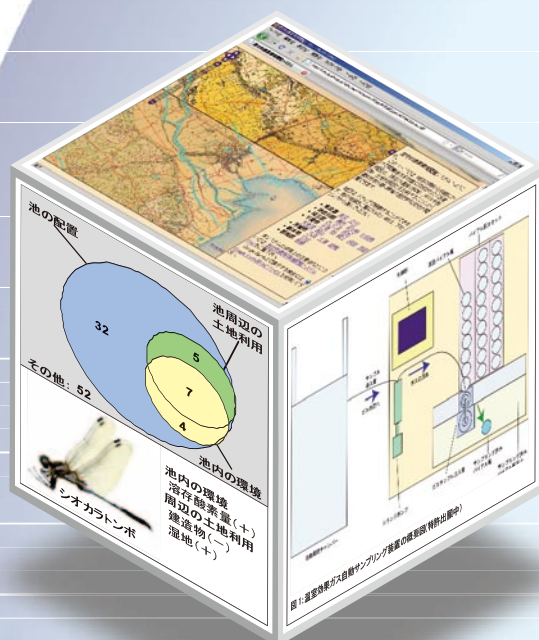
平成 20 年度 研究成果情報(第 25 集)

平成 21 年 3 月 31 日 印刷 発行
独立行政法人農業環境技術研究所
編集・発行：企画戦略室
お問い合わせ先：広報情報室
305-8604 茨城県つくば市観音台 3-1-3
Tel 029-838-8191
kouhou@niaes.affrc.go.jp

NIAES

Research Executive Summary

for 2009



風にきく 土にふれる そして はるかな時をおもい 環境をまもる

National Institute for Agro-Environmental Sciences