研究トピックス

Topics

地球環境部

畑転換は温室効果ガスの発生量を増やさない
ライシメーターでの連続測定による検証

水田を排水して畑作物を栽培する転換畑の面積は、2002 年現在で約 74 万 ha（水田作付延面積の約 30%）を占めています。水田に比べて、転換畑では温室効果ガスのメタン（CH_4）の発生は無くなりますが、亜酸化窒素（N_2O）が増加すると考えられます。しかし、転換畑からの温室効果ガスの発生量は、これまで定量的に把握されていませんでした。

農環研では、7 年間水稲栽培を行った灰色低地土のライシメーター（枠試験）水田の一部を、陸稲単作と大豆 - 小麦二毛作の転換畑として、連作水田とあわせて CH_4 と N_2O の連続測定を 2 年間おこないました。その結果、転換畑では年間を通じて CH_4 を吸収していましたが、N_2O は作物栽培期間中にフラックスのピークが観測されました。

このように、畑転換することにより、CH_4 発生は無くなるかわりに N_2O 発生量が増加するトレードオフの関係が確かめられました。しかし、CH_4 および N_2O の年間発生量を二酸化炭素等価量として連作水田と転換畑を比較すると、畑転換によって発生量が増加することはないことがわかりました。

転換畑と連作水田からの CH_4 および N_2O 発生量

	水稲区		陸稲区		大豆 - 小麦区	
	2002	2003	2002	2003	2002-03	2003-04
CH_4 [mg CH_4 m^{-2}]	3128	18080	-92	-64	-77	-79
二酸化炭素等価量 [g CO_2 m^{-2}]	72	416	-2	-1	-2	-2
N_2O [mg N m^{-2}]	60	57	241	223	319	173
二酸化炭素等価量 [g CO_2 m^{-2}]	28	26	112	104	148	81
二酸化炭素等価量合計値 [g CO_2 m^{-2}]	100	442	110	102	146	79

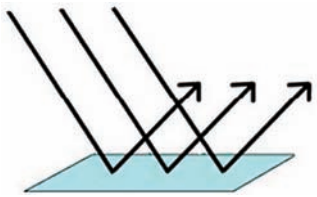
注：二酸化炭素等価量の計算には、CH_4 および N_2O の 100 年スケールの地球温暖化係数（それぞれ、23 および 296：IPCC 第 3 次評価報告書、2001）を用いた。

衛星搭載レーダを用いた水稲作付け地の検出
雲に影響されない水稲作付け面積の推定

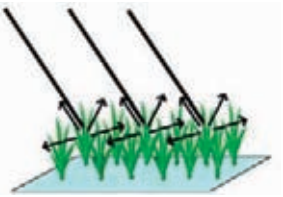
コメを主食とする日本では、水稲作付け面積を正確に知ることは重要な課題です。現在は、無作為に抽出された現地を実際に調査する標本調査法によって面積が推定されており、多大な労力を必要としています。そこで農環研では、リモートセンシングによって正確に水稲作付け地を検出し、省力的に精度良く面積を計算する方法を開発しました。

衛星リモートセンシングは、人工衛星に搭載されたセンサを使って地表面を観測する技術で、いろいろな波長の電磁波が使われています。とくに、可視光よりも波長の長いマイクロ波は雲を透過するので、曇りの日の多い日本で有効な技術です。SAR と呼ばれるレーダは、衛星からマイクロ波を照射し、地表面で散乱して戻ってきた電磁波の強度を観測します。

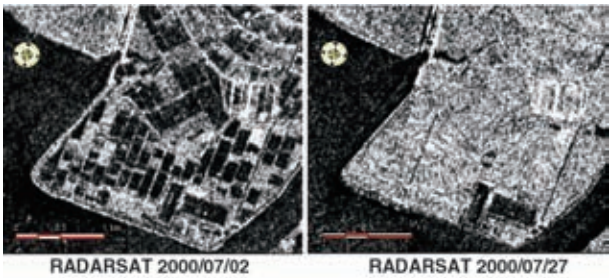
マイクロ波が、田植期には水面で鏡のように反射すること、水稲生長期には植物体により後方に強く散乱することを利用して、二つの時期の画像を比較することで水稲作付け地を検出します。雑草対策として水を張るだけで作付けを行わない「調整水田」も検出できます。また、非水田地域を示す地理情報を利用することにより、傾斜地における誤判別を減少させ、さらに精度を高めました。



水面はマイクロ波を鏡面反射する



生長した稲はマイクロ波を強く散乱する



田植期（左）と水稲生長期（右）におけるマイクロ波散乱の違いにより作付けされた水田を検出する

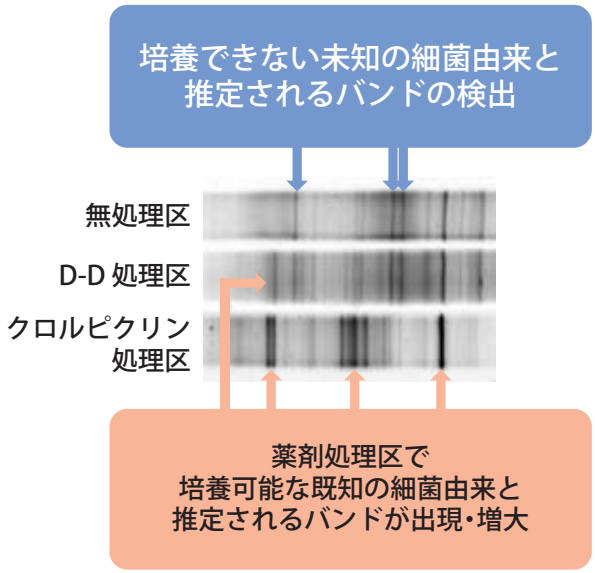
生物環境安全部

土壌抽出 DNA を用いた環境影響の評価

微生物を利用した農業生産活動の
影響評価法の確立に向けて

従来、微生物の研究は、培養することによりおこなわれてきました。しかし、自然界に生息する微生物の 99%以上が培養困難であるといわれています。近年、土壌から直接抽出した核酸を解析することで、培養を経ないで微生物の群集構造を明らかにすることが可能になりつつあります。

農環研では、土壌病害防除のための土壌くん蒸消毒を取り上げ、これが非標的の土壌微生物相に及ぼす影響を、土壌抽出 DNA を用いて評価する手法の開発をおこなっています。その第一の成果として、既存の方法では DNA の抽出が困難であった黒ボク土において、スキムミルクを抽出液に加える DNA 抽出法を開発しました。次に、この土壌抽出 DNA を用い、細菌や糸状菌の遺伝子を対象にした PCR-DGGE 法を適用することにより、土壌くん蒸消毒が微生物群集に及ぼす影響を評価できることを明らかにしました。この解析法は、さらに線虫や原生動物などの群集構造の解析にも使用でき、今後、さまざまな環境影響評価への利用が期待されます。



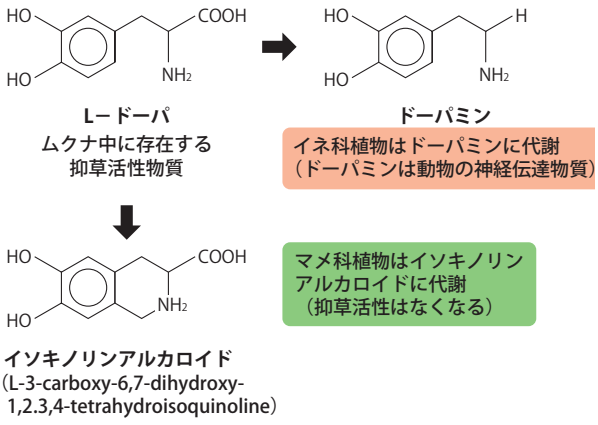
薬剤処理による細菌 DNA パターンの変化

ムクナの他感物質とそれを解毒する植物

減農薬農業の実現へ向けて

マメ科植物のムクナは、他の植物の生育を阻害する他感物質：L-ドーパ（L-3,4-dihydroxyphenylalanine）を体内で生産し、種子内に 4～10%、体内に 1% 蓄積します。ムクナは、これを根から体外に放出することにより、周辺植物の生育を抑えて生存競争のために活用していると考えられています。しかし、イネ科とマメ科植物の中には、この物質に対して抵抗性を持つものがあり、イネ科のペレニアルライグラスは L-ドーパを L-ドーパミンに、マメ科のシロクローバはイソキノリンアルカロイド類に変換することで解毒し、抵抗性を発揮していることを明らかにしました。

植物界には、このような他感物質を産出して生き残りを図ろうとする植物、他感物質を解毒してしまう植物、他感物質によって生育不良となる植物、あるいは他感物質に対する感受性を持たない植物が生育しています。このため、それぞれの間に、他感物質を介した様々な興味深い現象を見いだすことが出来ます。また、これらの植物間相互作用に関する詳細な解析は、農地などにおける雑草抑制を目的とした被覆植物としての利用につながります。さらに、他感物質の化学構造を決定することができれば、雑草防除に活用できる新素材の開発に貢献できます。



ムクナに含まれる他感物質 L-ドーパの解毒機構

研究トピックス

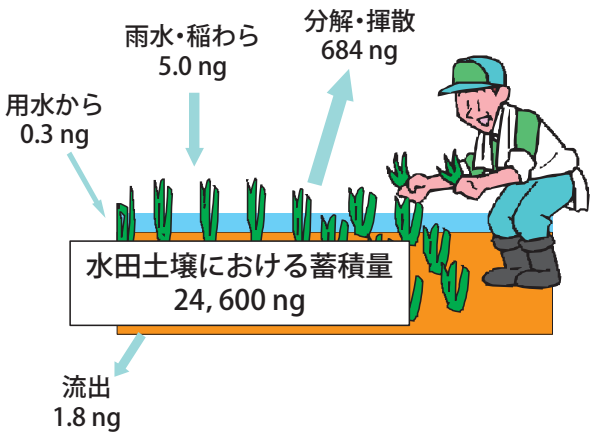
Topics

化学環境部

水田土壌に蓄積したダイオキシン類の運命
ダイオキシン類蓄積量は今後ゆっくりと減少する

ダイオキシン類は、微量でも強い毒性を持つ有害化学物質です。ダイオキシン類は、主に物が燃焼するときに生成しますが、過去に使用された水田用除草剤の中に不純物として微量に混在していたことが分っています。そして、このような除草剤不純物中のダイオキシン類が、微量ですが、現在も水田土壌中に蓄積しています。これまでの研究の結果、水田土壌中に蓄積しているダイオキシン類はイネや農作物に吸収されないことが分っています。したがって、農作物を通して、人間の健康に影響を及ぼす心配はありません。それでは、水田土壌中に残っているダイオキシン類はどうなるのでしょうか。

現在でも極微量ですがダイオキシン類は大気から土壌へと負荷されています。また、やはり極微量ですが大気へ揮散したり、分解したりします。そこで、実測した大気からの負荷量や各種の文献データをもとに、水田土壌におけるダイオキシン類の年間収支を試算し、今後のダイオキシン類の蓄積状態の変化を推定しました。図に示したように、現在の蓄積量に比べ、大気などからの負荷や水田からの流出などはごくわずかであり、今後も大幅なダイオキシン類濃度の変動はなく、きわめて緩慢に減少していくものと予想されます。



水田土壌におけるダイオキシン類の年間収支
（単位：TEQ(毒性等量)/m^2/ 年）

カドミウムで汚染された水田を修復する技術
塩化第二鉄を使った化学的洗浄法

重金属のカドミウム（Cd）は、その摂取量が多ければ人の健康に影響を及ぼします。そのため、食の安全を確保するためには、コメなどの農作物に含まれる Cd 濃度を基準値以下にすることが必要です。わが国には旧鉱山や製錬所などが原因となった Cd 汚染水田があり、これまで客土工事による汚染土壌の修復がおこなわれてきましたが、費用や未汚染土壌の確保などの面から実施が難しくなっています。このため、客土に代わる新しい対策技術として化学的洗浄法を考案しました。

水田をプラスティック板で囲んで漏水を防止した後、塩化第二鉄を施用して代掻きをおこない、Cd を溶出させた田面水を排水処理装置に通し、さらに用水で数回水洗浄して残存 Cd および塩素を除去します。現場設置型の排水処理装置はキレート資材を内蔵し、排水中の Cd を選択的に回収できます。塩化第二鉄を用いた洗浄処理区で、0.1 モル /L の塩酸で土壌から抽出される形態の Cd は無洗浄区の 50% 程度まで大きく低下しました。また、洗浄処理後に栽培した水稲（品種；あきたこまち）の生育および収量に対するマイナスの影響はなく，玄米中の Cd 含量は大幅に低下しました。今後、汚染土壌の修復技術として確立することを目指します。

カドミウム汚染水田における土壌洗浄の工程

農業環境インベントリーセンター

新たな侵入害虫の同定と国内発生事例の確認
クロテンオオメンコガ（新称）の発生を国内広範囲で確認

明治以降日本へ侵入してきた外来昆虫は、約 450 種（植物寄生性ダニ、クモ、センチュウを含む）と言われています。地球規模での温暖化や農作物を含む物流が盛んになることで、海外産の害虫がわが国へ侵入するリスクは近年高まっています。

農環研では観賞用植物に発生したガ類の同定*依頼を近年頻繁に受けるようになっていました。今回同定した種は、アフリカ、中南米、ヨーロッパに主に分布し、最近北米に侵入した *Opogona sacchari* (Bojer) であることが分かりました。本種に和名がなかったので，クロテンオオメンコガと命名しました。

大阪府立大学と協力して、わが国における本種の同定依頼の記録を整理したところ、クロテンオオメンコガは、本州の新潟以南、四国、九州から沖縄に至る 13 地点で発生していたことを確認しました。これまで、わが国における本種の侵入や発生の記録は 1986 年の植物検疫での発見例と 1999 年 9 ～ 10 月の小笠原父島での採集例の 2 件のみでした。施設栽培では冬でも生育可能であり、今後は北海道や東北での発生にも注意が必要です。

農環研では、所蔵している昆虫タイプ標本を Web 上で公開し、種の同定に活用されています。

＊同定：生物の分類上の学名を決定すること。

クロテンオオメンコガ成虫

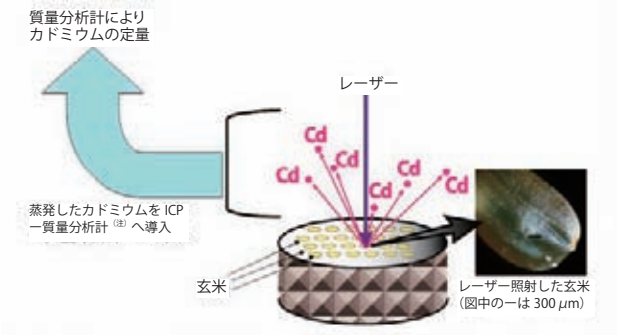
環境化学分析センター

レーザーを利用した Cd 直接定量法の開発
短時間での迅速分析法を確立

国際食品規格委員会において米中のカドミウム（Cd）濃度基準策定が進められており、基準値原案は 2005 年 4 月現在、0.4ppm とされています。米による Cd の吸収は土壌中の Cd 濃度だけでなく、品種、栽培条件などによっても異なります。このため、Cd 含有量を把握して安心できる米を流通させるには、収穫から出荷前の短期間の間に多くの米試料を分析する必要があります。従来の Cd の分析では米を粉砕後、強酸を加えて試料を分解し、有機溶媒で Cd を抽出後、原子吸光法などを用いて測定していたため、Cd の測定には 1 日以上を要していました。

今回、強酸で分解することなく、粉砕した米あるいは玄米粒に直接レーザーを照射し、蒸発した Cd を ICP- 質量分析計*により検出、米の Cd 濃度を測定する方法を開発しました。この方法は塩酸や硝酸などの強酸や有機溶媒を使用しないため、環境への負荷が少ない方法と言えます。また、本法は煩雑な前処理を必要としない迅速な測定法であるとともに、0.02ppm の低濃度から 1ppm を超える高濃度試料まで分析が可能であり、従来法に比べて優れた分析法といえます。

＊ ICP －質量分析計：通常高周波で生成させたアルゴンプラズマの中に試料を送り込み、そこで試料を原子化、イオン化する。このイオン化物を質量分析計に導入して元素の濃度を測定する機器。



レーザーを利用した Cd 直接定量