

放射性セシウムの イネへの移行(第2報)

栽培学研究室 根本圭介

作物・土壌グループの活動

- 今年の5月、福島県農業総合センターの支援要請に基づき同センターで圃場実験を開始
 - その他、大学での室内実験、農家圃場での調査
 - イネ関係では：
 - 農学生命科学研究科 放射性同位元素施設
 - 農地環境工学研究室
 - 栽培学研究室
- 福島県農業総合研究センター

前回(第一報)の内容

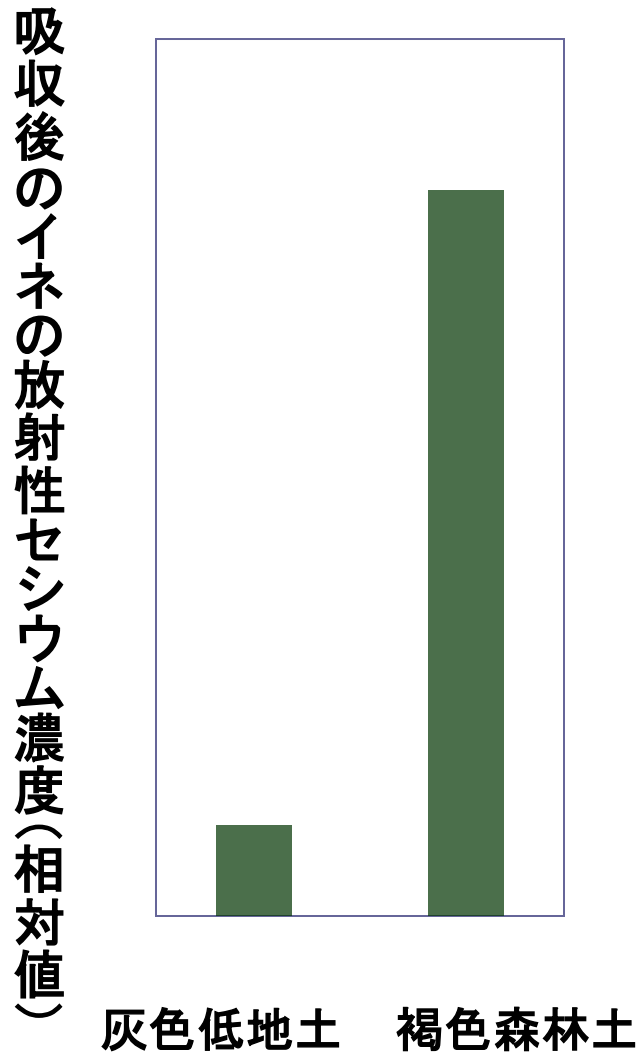
- 農耕地に降下した放射性セシウムは、時間の経過とともに土壌粒子に吸着されていく
- 降下直後は土壌粒子への吸着は少ないが、時間が経つと多かれ少なかれ土壌粒子への吸着が進み、根から吸収されにくくなる
- 土壌が違えば吸着の進みも異なり、セシウム吸収も異なってくる。福島はどのようなだろうか？

実験：イネのセシウム吸収に対する 土壌の違いの影響

- 福島 of 異なる2種類の水田土壌に、放射性セシウム(セシウム137、試薬)を添加
 - 灰色低地土(粘土が多い。平坦地で採取)
 - 褐色森林土(粘土が少ない。山間地で採取)
- これらの土壌にイネを栽培して、セシウムの濃度を測定

(実験者:放射性同位元素施設 小林博士・田野井博士・中西教授)

結果



- セシウム添加した褐色森林土で育てたイネは、同じくセシウム添加した灰色低地土のイネの8倍から10倍のセシウムを吸収した。
- 灰色低地土はセシウムを強く吸着し、その結果、イネがセシウムを吸収しにくくなっていることを示している。

- 福島県の水田土壌の多くは灰色低地土であり、セシウムを強く吸着する
- そのため、福島県におけるイネのセシウム吸収は、概して低めであると予想した
- 米の放射性物質調査(予備調査)が半分終了した9月中旬の時点で、大半の地点で検出限界以下。最高でも暫定基準の四分の一。

【放射能漏れ】

コメの予備調査で500ベクレル検出 福島・二本松市、監視強化

2011.9.23 21:11

福島県は23日、同県二本松市で実施した収穫前の一般米の予備調査で、暫定基準値ちょうどの1キログラム当たり500ベクレルの放射性セシウムを検出したと発表した。

予備調査であり、暫定基準値を超えていないため出荷自粛の対象とはならないが、県は二本松市を今後実施する本調査では重点調査区域に指定、調査地点を大幅に増やし監視を強化する。

500ベクレルが検出されたのは、二本松市の旧小浜町で採取した一般米の玄米。本調査で500ベクレルを超えた場合は旧市町村ごとに出荷が制限される。

産経新聞

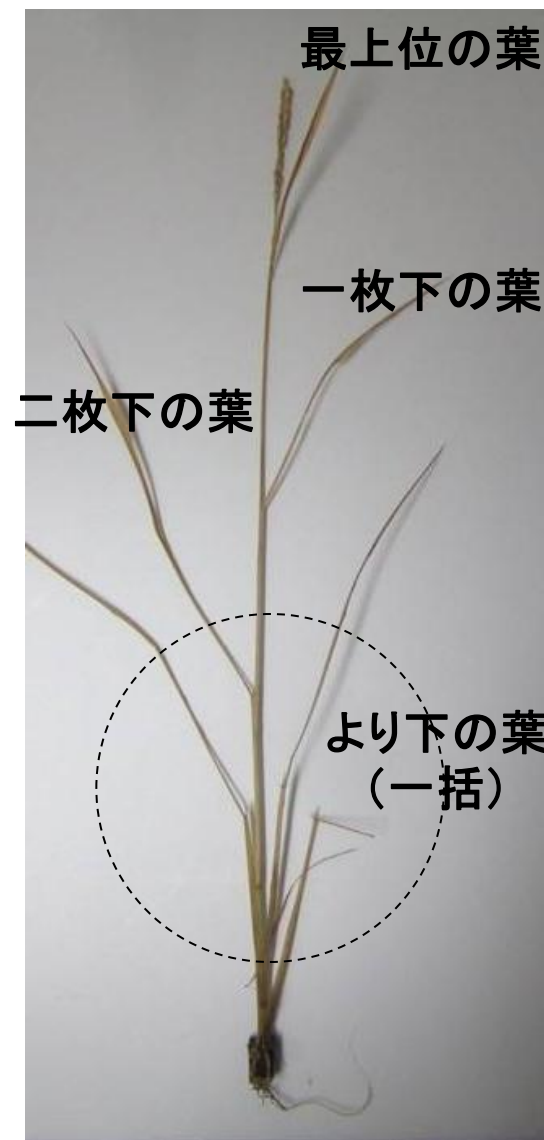
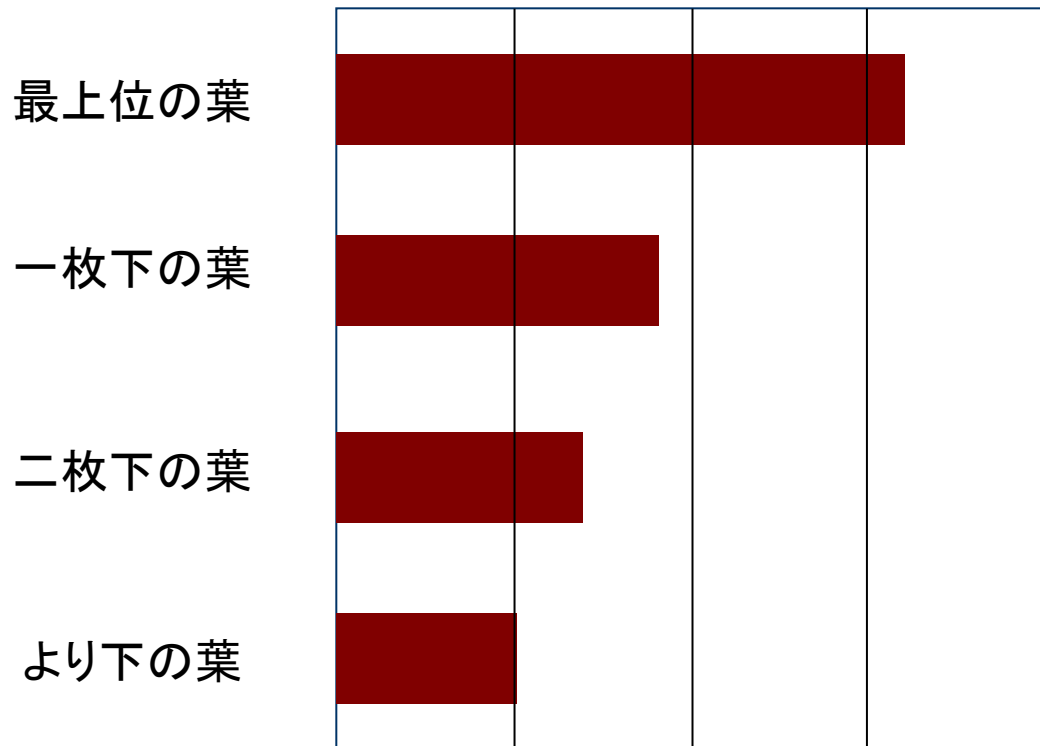
実験：高濃度の放射性セシウムを含む 山間地のイネのモニタリング



- 当該の水田は山間地の谷地田
- こうした環境のイネを対象に、セシウムの蓄積パターンを調査

9月24日 毎日新聞(オンライン版)

セシウム137の濃度



穂に近い葉でセシウムが
高濃度に蓄積

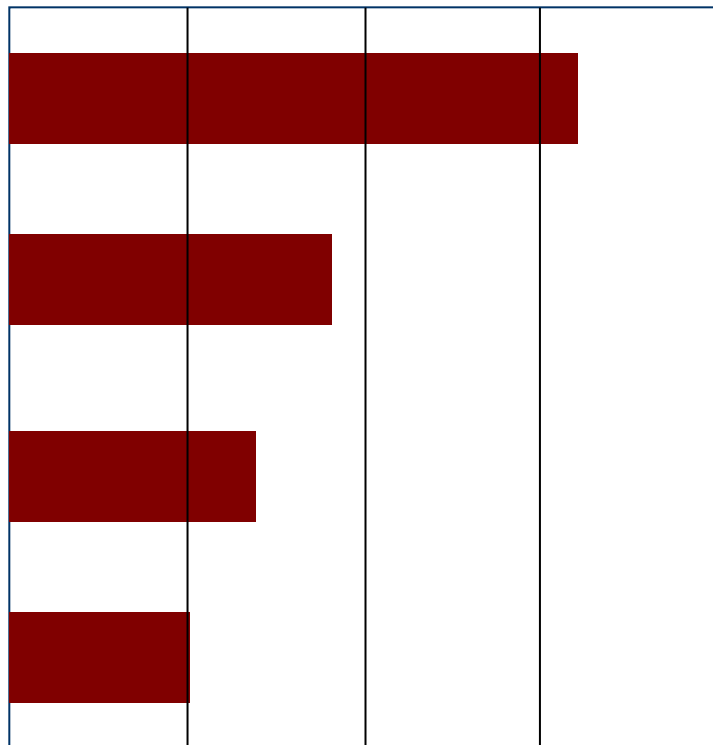
セシウム137の濃度

最上位の葉

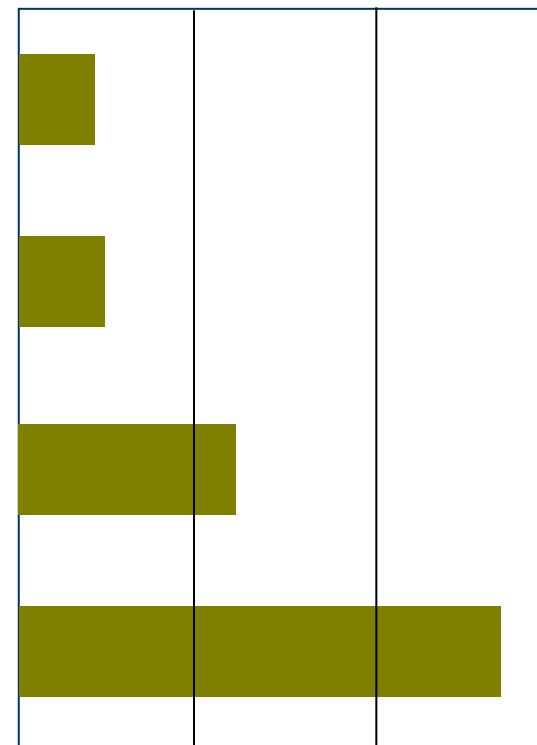
一枚下の葉

二枚下の葉

より下の葉



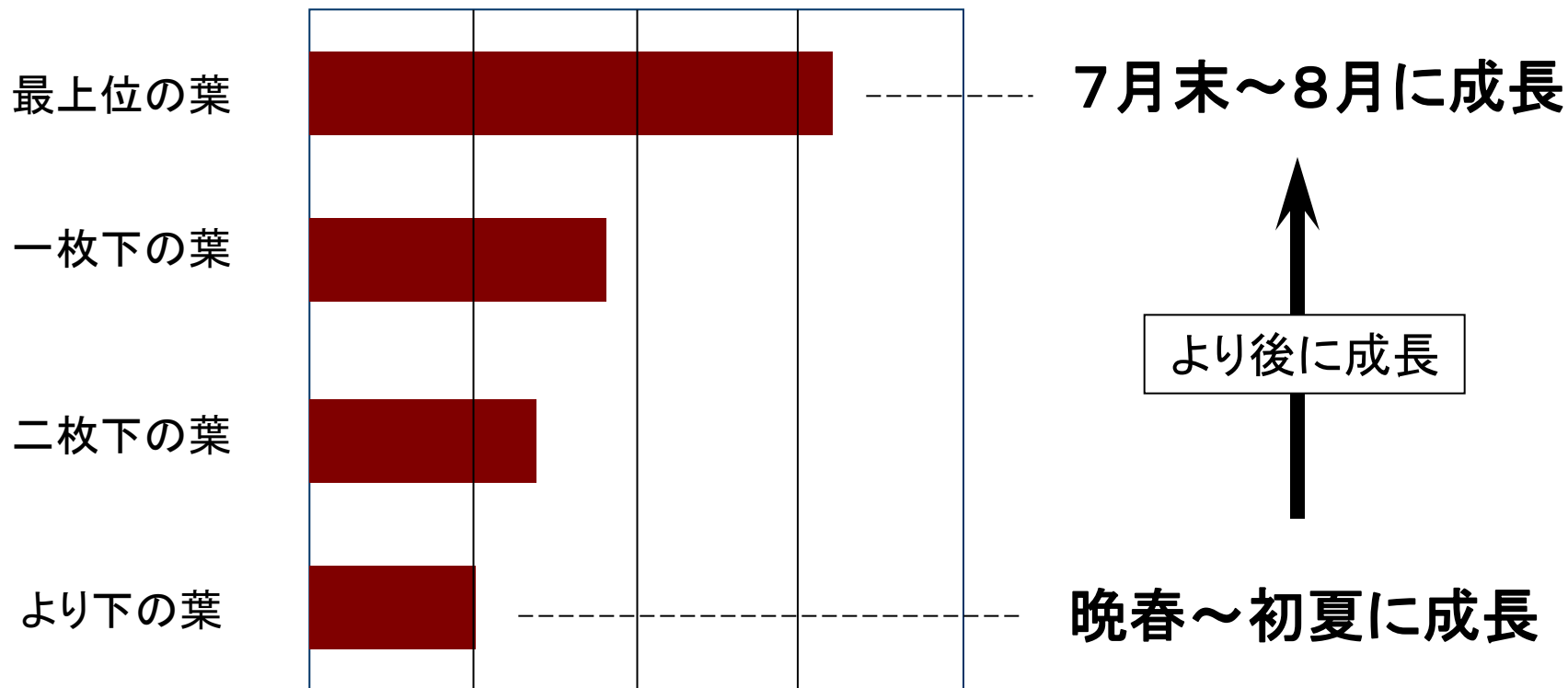
山間地の谷地田



農業総合センター水田

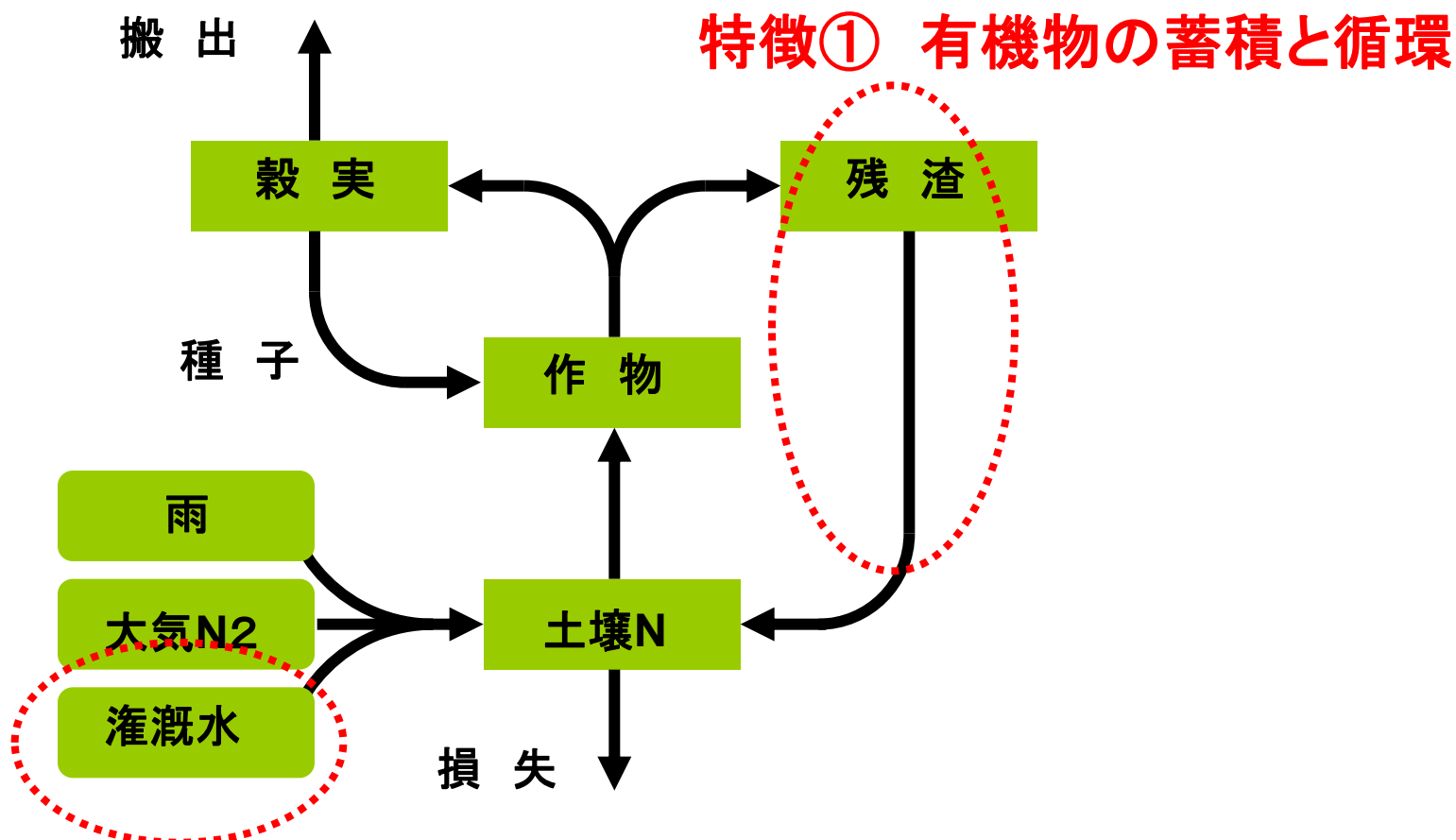
谷地田のイネは、体内のセシウム137の蓄積パターンが特異

セシウム137の濃度



谷地田のイネは、7月から8月にかけて集中的にセシウムを吸収したと推定される

水田生態系における循環・収支の特徴 (例 無施肥水田における窒素の流れ)



特徴② 灌漑水とともに多量の養分が水田に流入

このような特徴は、セシウムを吸着しにくい褐色森林土でできた谷地田では、次のような効果をもたらした可能性がある。

- ① 夏季に**水田土壌中の有機物の分解**が進み、多量の放射性セシウムが放出された。これをイネが吸収した。
- ② 夏季に**山林の落葉の分解**が進み、多量の放射性セシウムが放出され、灌漑水とともに水田に流入した。これをイネが吸収した。

その後の状況

- 福島市大波、伊達市小国を中心に、数多くの規制値(500ベクレル)越え
- 福島県と農林水産省による原因究明の試み

高い空間線量率、浅い作土、低いカリウム濃度 など

セシウム吸収における水の重要性

- 規制値越えした水田に多く見られる、類似した環境

沢水の流入

極度の排水不良

(塩沢教授による)

など

- 「水」の関与の可能性？



1 土壌からのセシウム吸収と 水からのセシウム吸収の違い

セシウム吸収における水の問題

- セシウムは、本来、イネに吸収され易い物質であるが、粘土に吸着されることにより、吸われにくくなっている。
- 粘土に邪魔されずに直接水から吸収されれば、効率よく吸収されると考えられる。
- このことが、高いセシウム吸収と環境条件の関わりを理解する糸口となる可能性がある。

実験：水耕における放射性セシウム吸収



- イネ用の水耕液(イネに必要な肥料成分を溶かした水)に、昨年春に降下した放射性セシウムを溶かして、イネを26日間栽培
- 水耕液の放射性セシウム濃度は、0.1、1、10ベクレル／リットルの3段階とした

参考 水における放射性セシウムの検出限界は、1ベクレル／リットル程度

結 果

76ベクレル
／ Kg乾物重

590ベクレル
／ Kg乾物重

5700ベクレル
／ Kg乾物重

0.1

1

10ベクレル
／リットル

イネは水耕をすると効率良く放射性セシウムを吸収する

- 検出限界(約1ベクレル／リットル)以下の濃度であっても、茎葉部に数百ベクレルのセシウムの蓄積が生じる
- 0.2ベクレルの水からの放射性セシウムの吸収は、10000ベクレルの土壌からの吸収に匹敵する



沢水からのセシウムの可能性



- セシウム含量の高い米が穫れた水田の多くは、地形的に類似している。

沢水が流入する谷地田

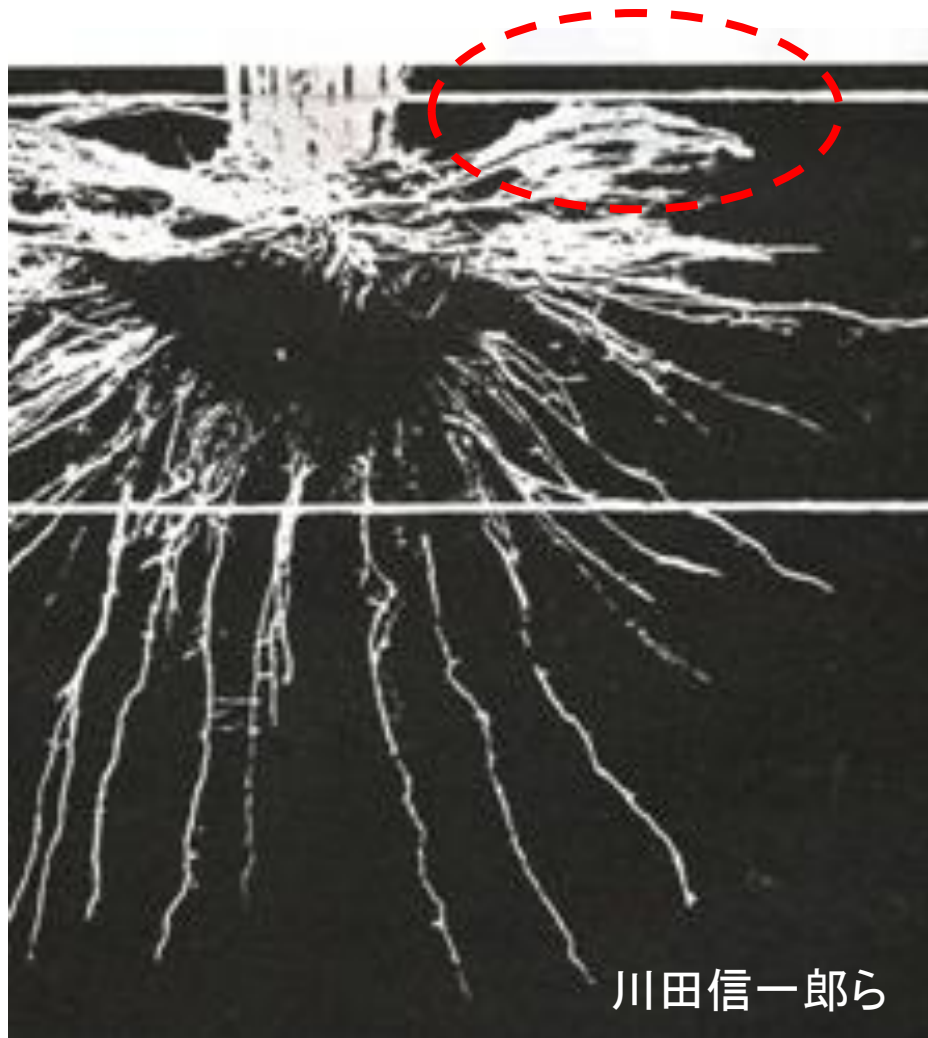
台風の際に山から多量の水が流れ込む水田 など

- これらの水からイネが放射性セシウムを直接吸収した可能性が指摘されている。

線量の低い水田でのセシウム吸収の例

- 福島原発からかなり離れた地域にある棚田、沢水から用水を引いている。
- 玄米のセシウム濃度の平均値は、キログラムあたり約80ベクレル。いっぽう、**土壌**は、キログラムあたり**約160ベクレル**。
- 郡山の水田土壌を用いた試験では、**60000ベクレルの土壌**で栽培して80ベクレルの玄米（福島県農業総合センター）。

水から直接セシウムを吸収する可能性があるとしたら、どの部位からか？



- 株の基部（葉鞘基部）または“うわ根”から、沢より引いた水に含まれるセシウムを吸収する可能性が指摘されてきた

“うわ根”（ルートマット）

田植え後、2ヶ月後くらいから発生する、土壌表面を水平に這う分枝に富んだ根

実験：沢水からのセシウム吸収の疑似実験



- 土耕したイネに、田水として10ベクレル／リットルのセシウム水溶液を張って栽培。

セシウム水溶液

水田土壌

結 果

- 培養開始してから3週間経過したが、セシウムの吸収はほとんど認められていない。従って、従来言われてきた“株基部からのセシウム吸収”は、実際にはほとんど無いのではないか。
- “うわ根”が形成された時点で田水よりセシウムが吸収されるかどうか、引き続き観察したい。
- 同様の実験は、“うわ根”の検討も含め福島県農業総合センターでも実施中とのこと。

補足：用水を使った水耕実験

- 大波地区の用水（沢から引いた水）で水耕実験を行った。
- 12月に採取した用水（ND）で水耕栽培したところ、茎葉部のベクレル数は乾物重1kgあたり50ベクレルに満たなかった。



2 カリウムによる放射性 セシウム吸収の抑制効果

セシウム吸収とカリウムとの関係

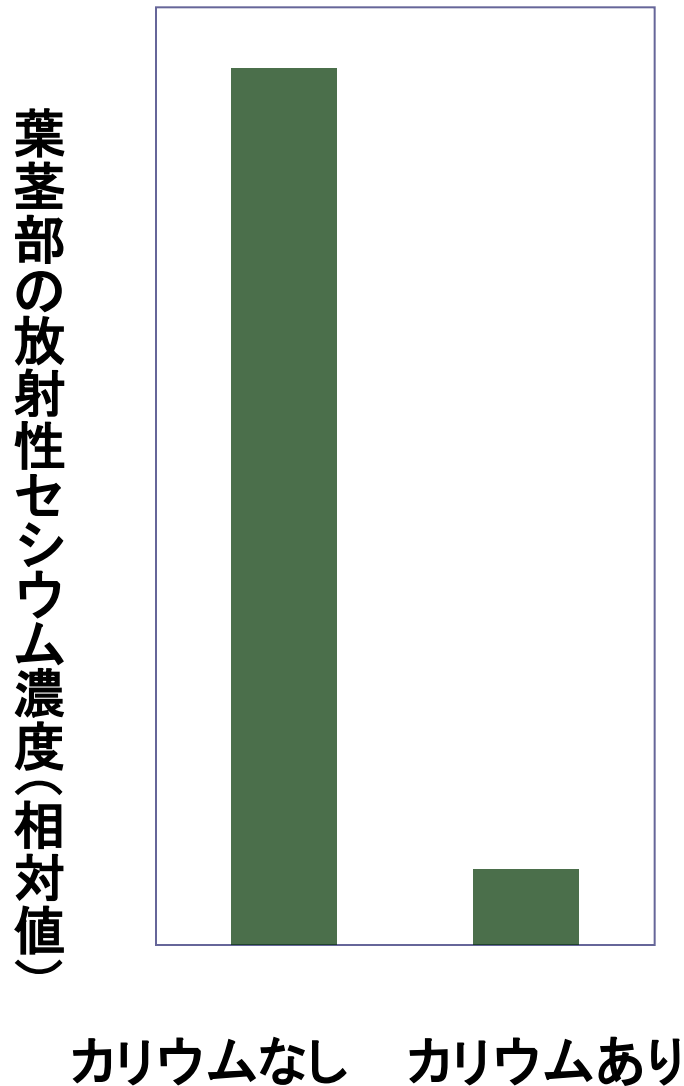
- 土壌中のカリウム濃度が低いと、植物はセシウムを吸いやすくなることが、実験的に明らかにされてきた。
- 福島市大波地区を対象とした調査でも、放射性セシウム濃度の高い玄米が穫れた水田は、交換性カリウムの濃度が低い。(福島県・農林水産省による)
- しかしながら、規制値越えの米であってもカリウム濃度はとくに低くはない。また、福島県農業総合センターでの実験でも、カリウムにセシウム吸収の低減効果は認められなかった。

実験：カリウムの有無がセシウムの 吸収に与える影響



- 放射性セシウム濃度の高い玄米が穫れた水田の土壤を使って、イネの苗を土耕
- 一方にはカリウムを与え、他方にはカリウムを与えずに栽培

結果



- カリウムを与えると、セシウムの吸収は十分の1程度に低下した。
- 実験に用いた土壌では、カリウムの施用が放射性セシウム吸収を大きく抑制する。

カリウム施用の留意点①

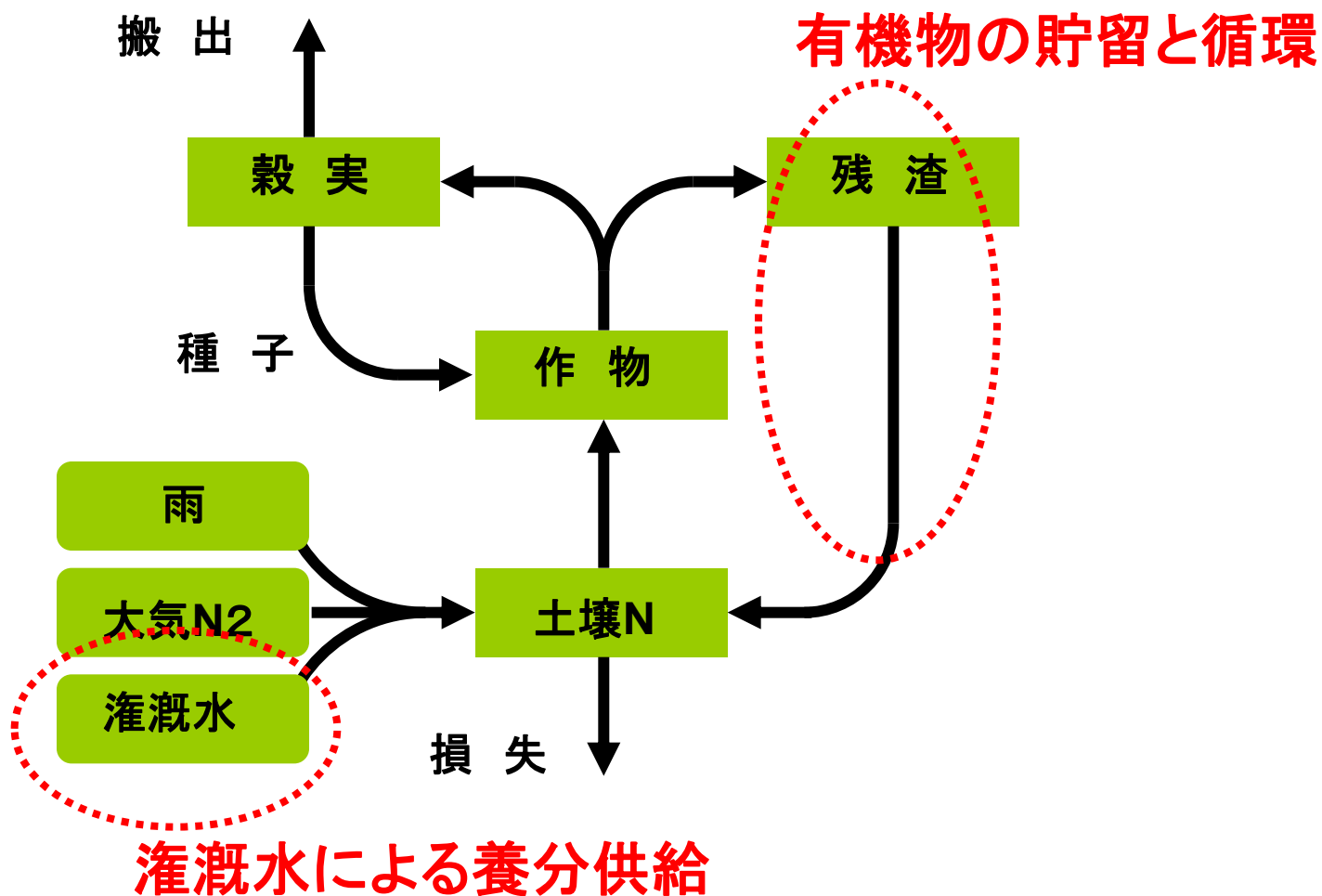
- カリウムによるセシウム吸収抑制があらゆるケースに有効かどうかは不明。福島県農業総合センターでの実験でも、カリウムにセシウム吸収の低減効果は認められなかった。
- 今回のポット実験は、一ヶ月足らずで結果が得られる。作付けが始まる前に、カリウム施用がセシウム吸収抑制に効くかどうかを水田ごとに調べておくことも可能。

カリウム施用の留意点②



- 今回、規制値越えした水田の多くは、元来、山林からの灌漑水により、カリウムが潤沢に供給されている水田であると考えられる。
- 従って、こうした水田での無カリウム栽培は、本来であれば、水田稲作の特性を生かした合理的かつ持続的な栽培管理というべきもの。

今回の被害は、水田生態系のもつ物質循環の長所が、逆に弱点となった

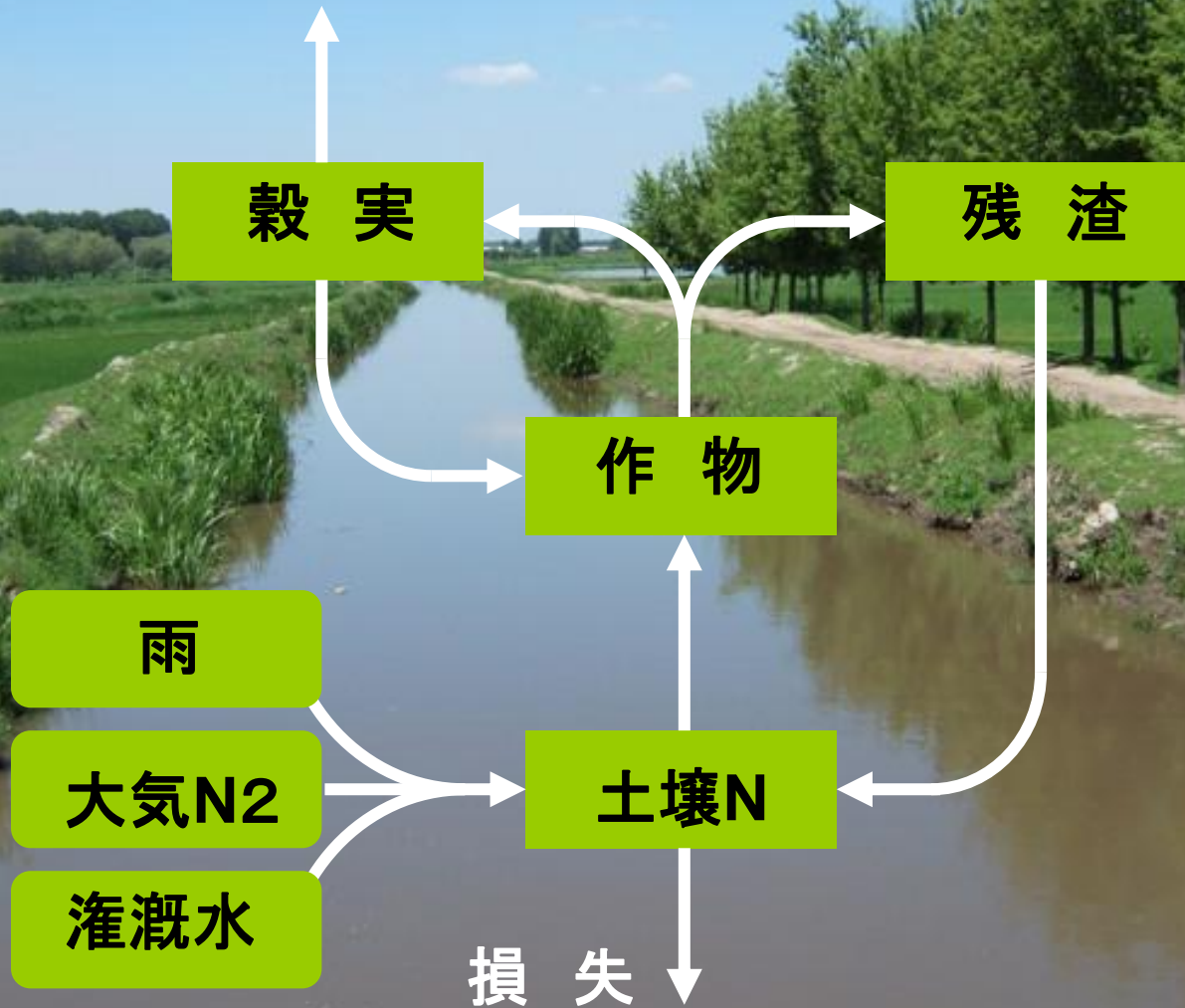


チェルノブイリ事故からの類推 だけでは不十分

モンスーンアジアの農学の底力が
問われている

3 現地のモニタリング

山林と用水と水田を1つのシステムと捉えた放射性セシウムの循環・収支の解析が必要





伊達市下小国地区での圃場調査

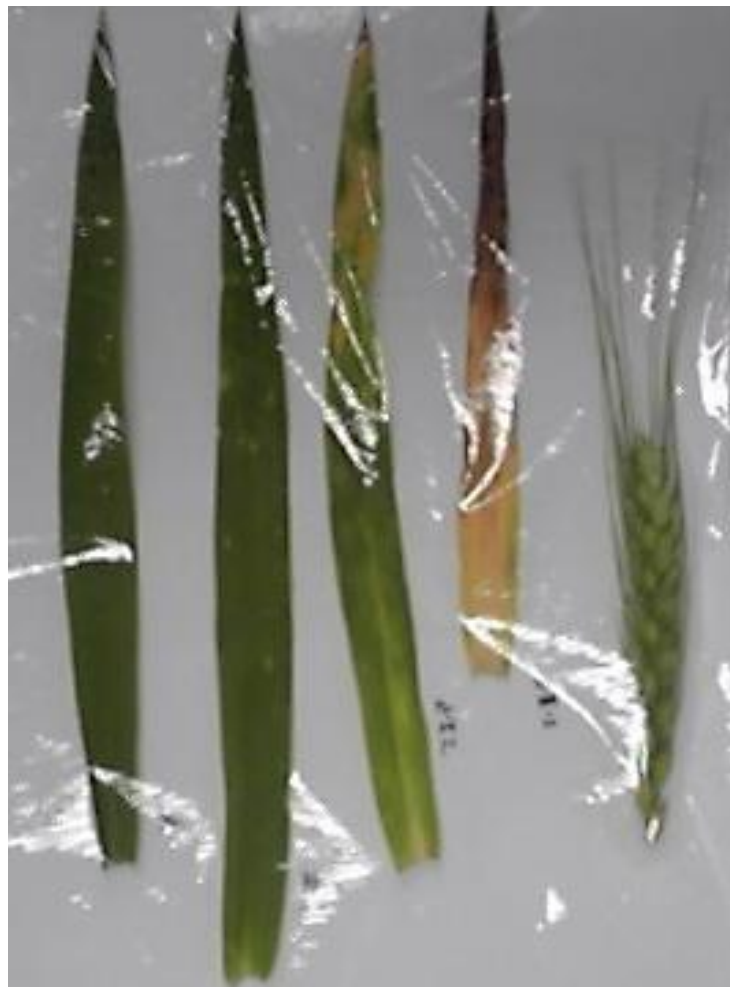




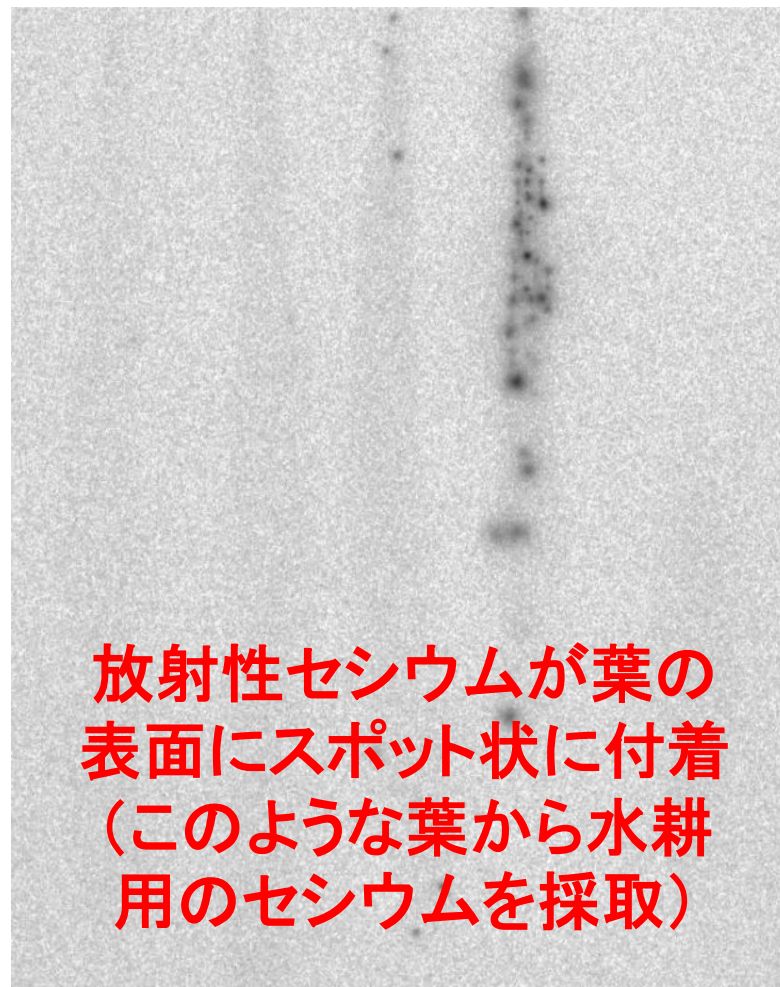




セシウムが降下したコムギの葉 (平成23年5月に郡山で採取)



イメージングプレートにかける前



放射性セシウムが葉の
表面にスポット状に付着
(このような葉から水耕
用のセシウムを採取)

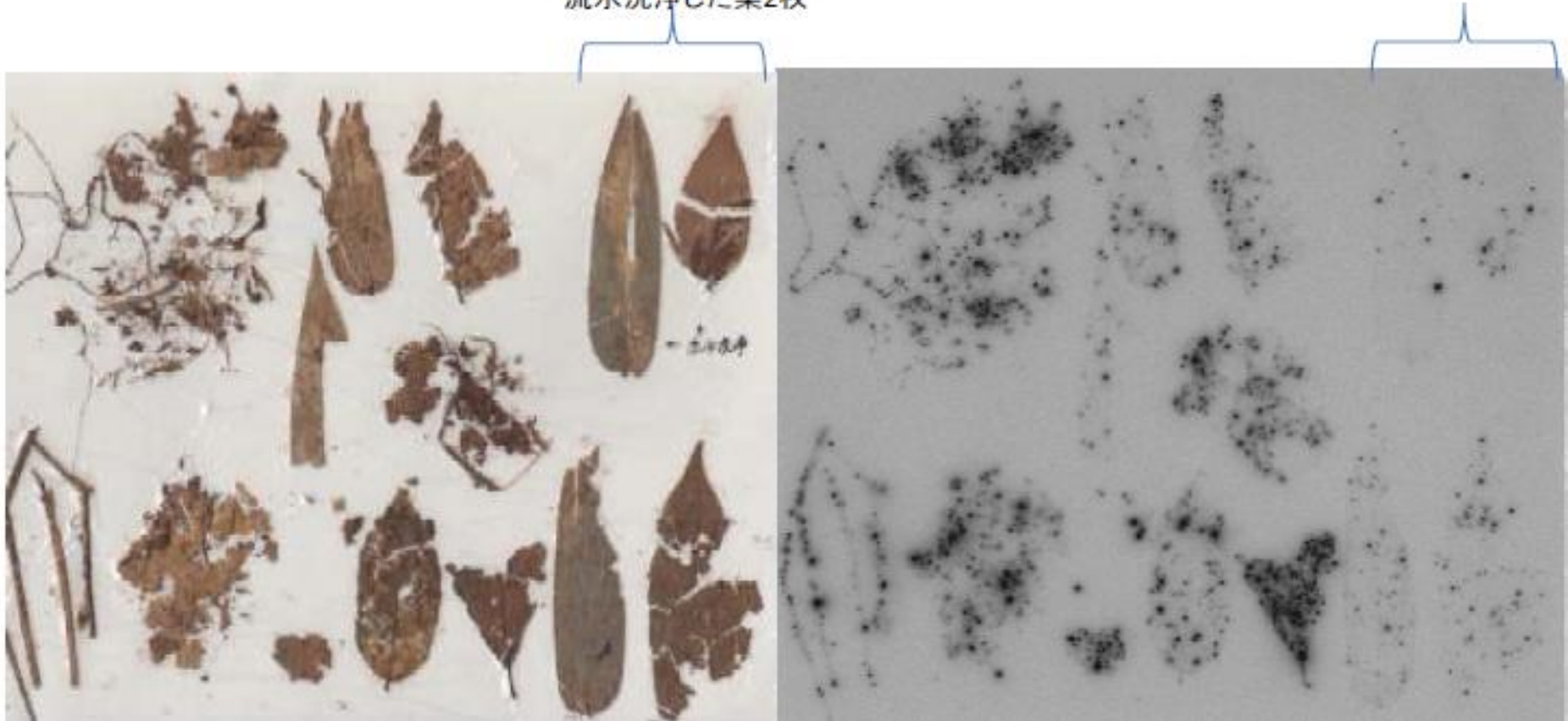
イメージングプレートで得られた像

スポット状の降下物は予想以上に溶けにくい

- 約1万ベクレルの放射性セシウムが付着したコムギの葉を、湯で一晩攪拌し続けたところ、約20ベクレルしか溶出しなかった。
- 上記の葉を乾燥後、さらに硝酸中で5分間攪拌したところ、溶出量は約400ベクレルであった。
- 結局、湯と硝酸でも、葉に降下した放射性セシウムの5%も溶出できなかった。

山林の落ち葉にも、今なお多量の降下物が スポット状に残っている

流水洗浄した葉2枚



昨年11月に二本松の山林で採取した落葉(一昨年の葉)の
イメージングプレート像

有機物に降下したセシウムの行方

- 水田や山林の有機物に降下した放射性セシウムの多くは、今なお難溶性の塊として残っている。
- これらが溶出してくるのは、予想以上に長期に亘るかも知れない。
- 長期的視点に立ったモニタリングが必要