



不良土壌耐性向上を目指した 植物体内金属動態の解明

東京農業大学 生物応用化学科
樋口 恭子





植物細胞における金属元素の役割

多量必須金属元素の例

カリウム(K): 植物中にもっとも大量に存在する陽イオン。タンパク質の構造と機能の安定化。浸透圧の調節。

カルシウム(Ca): 細胞壁の構成成分。原形質膜の安定化。シグナル伝達経路の二次メッセンジャー。

微量必須金属元素の例

鉄(Fe)、マンガン(Mn)、銅(Cu): 酸化還元反応を行う多くの酵素の補因子

亜鉛(Zn): 酵素の補因子、タンパク質の構造維持、生体膜の安定化

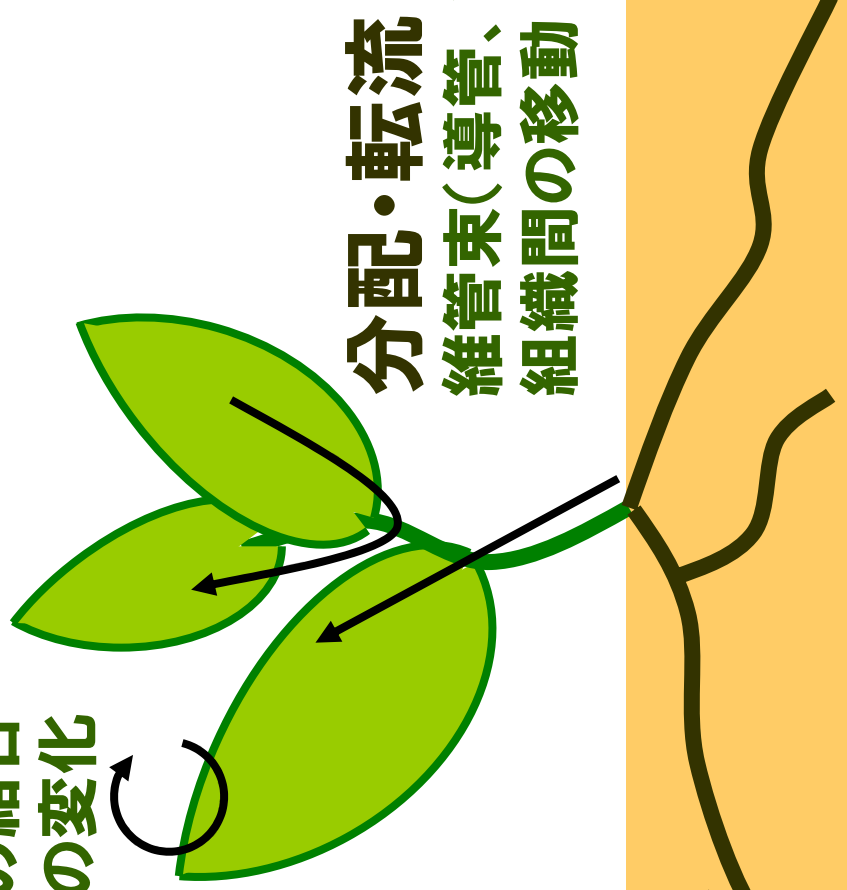
植物栄養の様々な局面

代謝

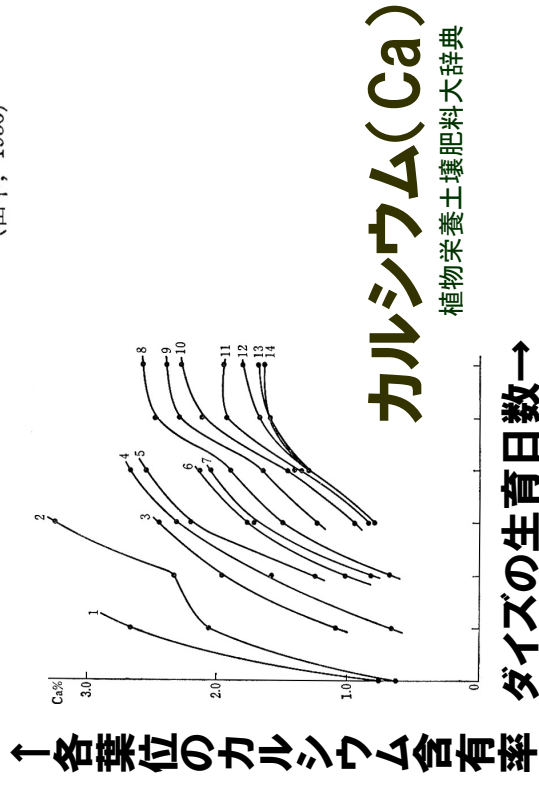
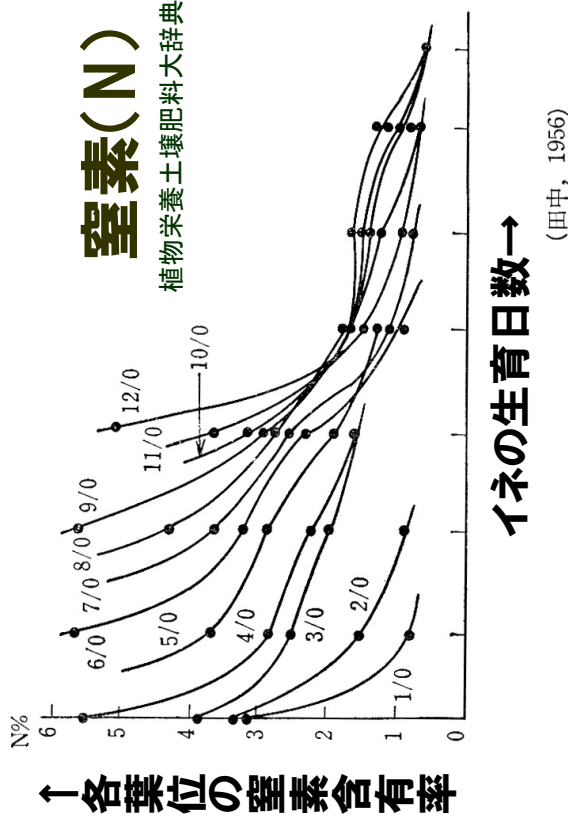
様々な生体成分との結合
細胞内局在の変化

分配・転流
維管束(導管、篩管)を介した
組織間の移動

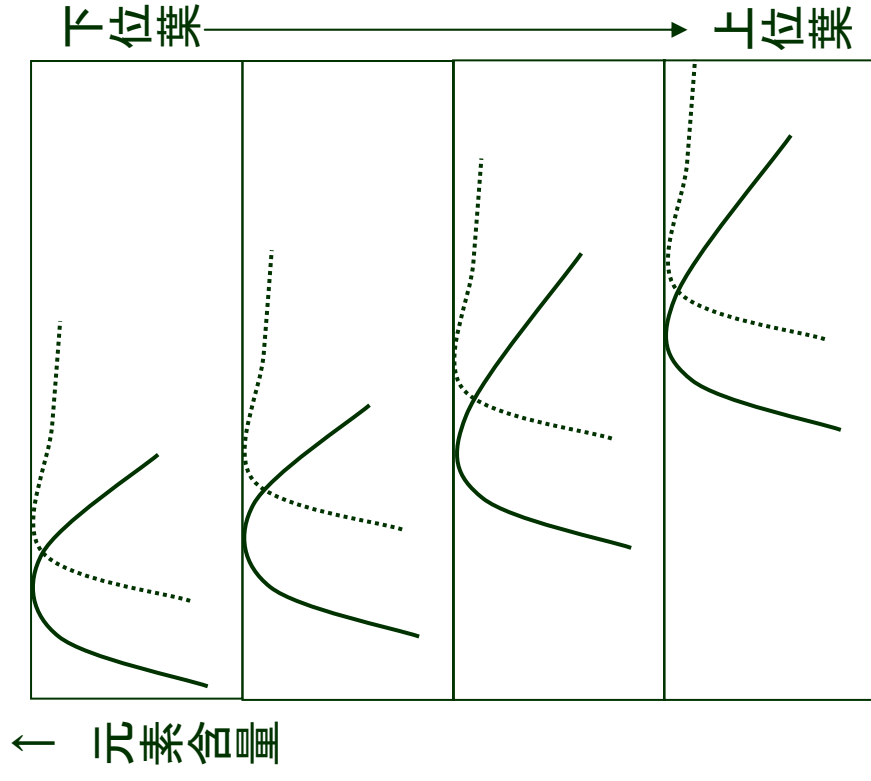
吸収



必須元素の転流



植物体内の元素リサイクルモデル





【オオムギの地上部鉄欠乏耐性機構】

【ヨシの有害金属排除機構】

特にナトリウム(Na)

植物における鉄欠乏症とは...

Feは土壤中に豊富に存在するが
好気的条件下ではFeは不溶化
→植物は吸収できない

新葉の葉脈間の黄白色化



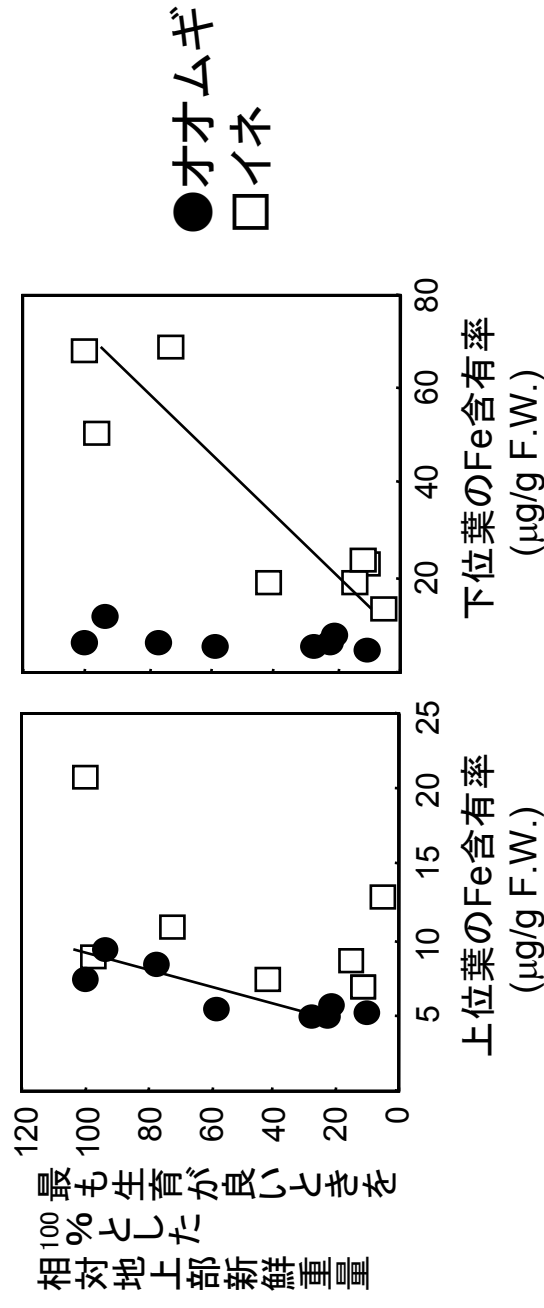
光合成能力の低下、減収



オオムギは鉄欠乏に強い

●不溶性の鉄を溶解するムギネ酸を大量に分泌できる

●少ない鉄含量でも生育を維持できる

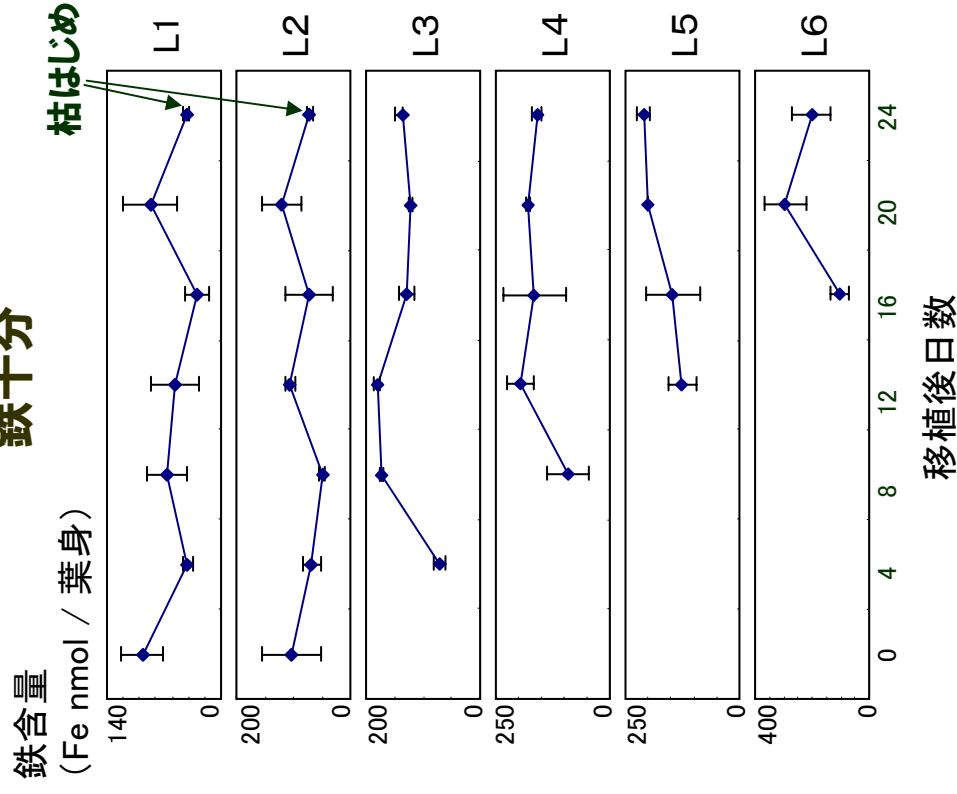


Soil Sci. Plant Nutr. v53 (2007) p612 Hirai et al.

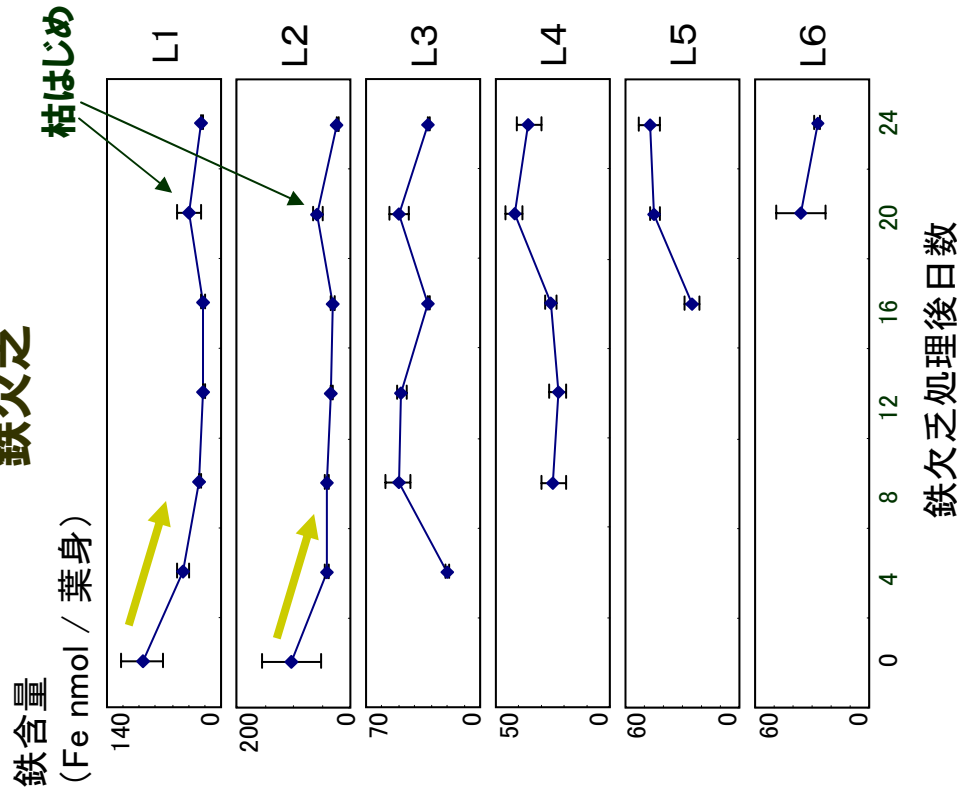


オオムギは鉄欠乏時に鉄を転流させる

鉄十分

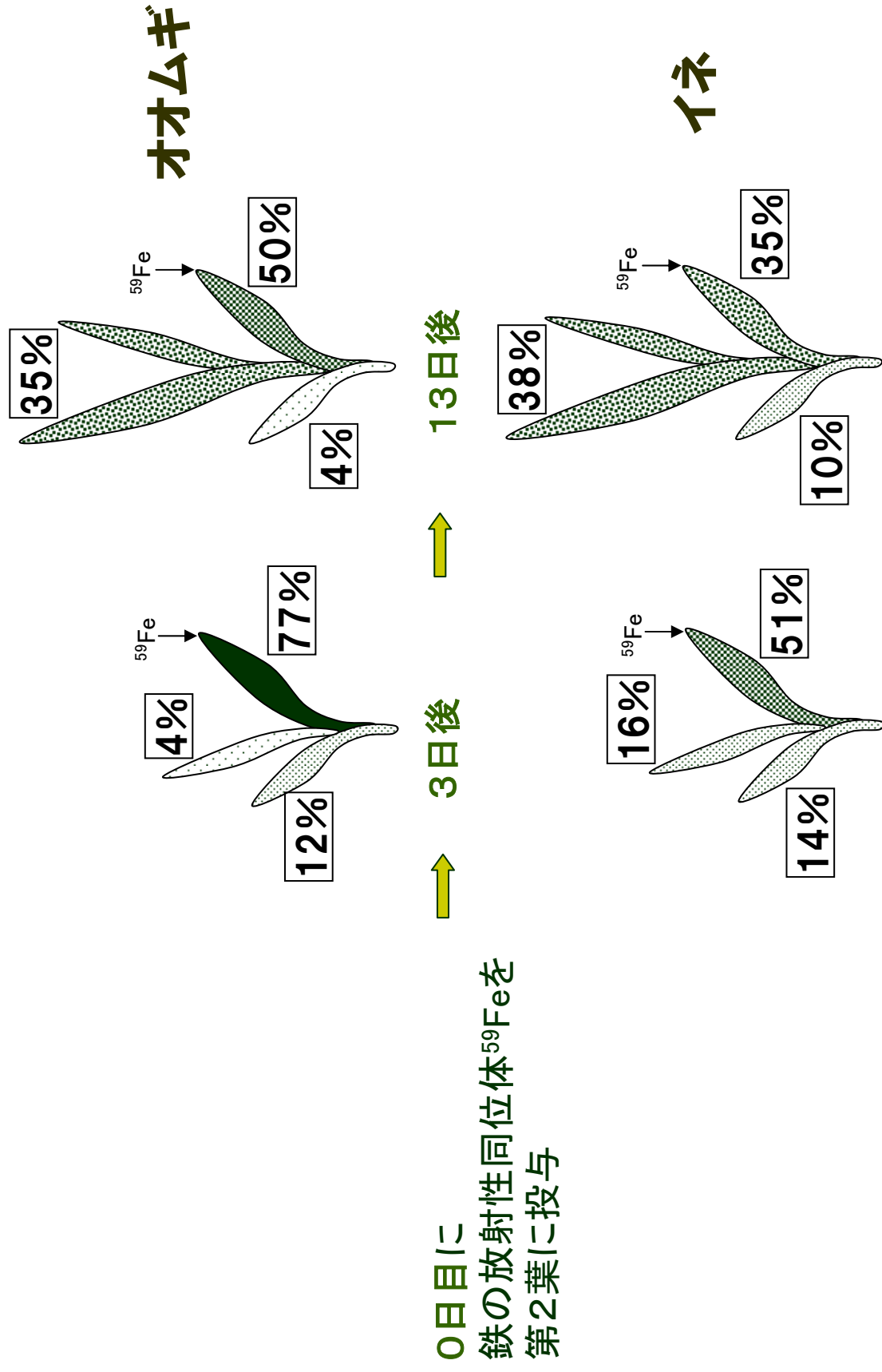


鉄欠乏





オオムギはイネよりも鉄を転流させやすい



塩害には様々な要因がある

乾燥地における地下からのNaClの上昇
沿岸部での台風や強風による海水の飛来
灌漑、過剰施肥による塩類集積



水吸収阻害
体内イオンバランスの崩壊
酸化ストレス



ヨシは塩類土壌でも 地上部のNa含有率を極めて低く保つ

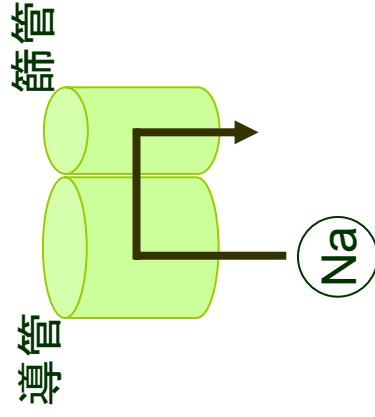
ヨシはイネに比べて

Naを地上部へ極めて移行させにくい

しかし根の導管液のNa濃度は高い



茎と根の境目でNaを根に送り返している？

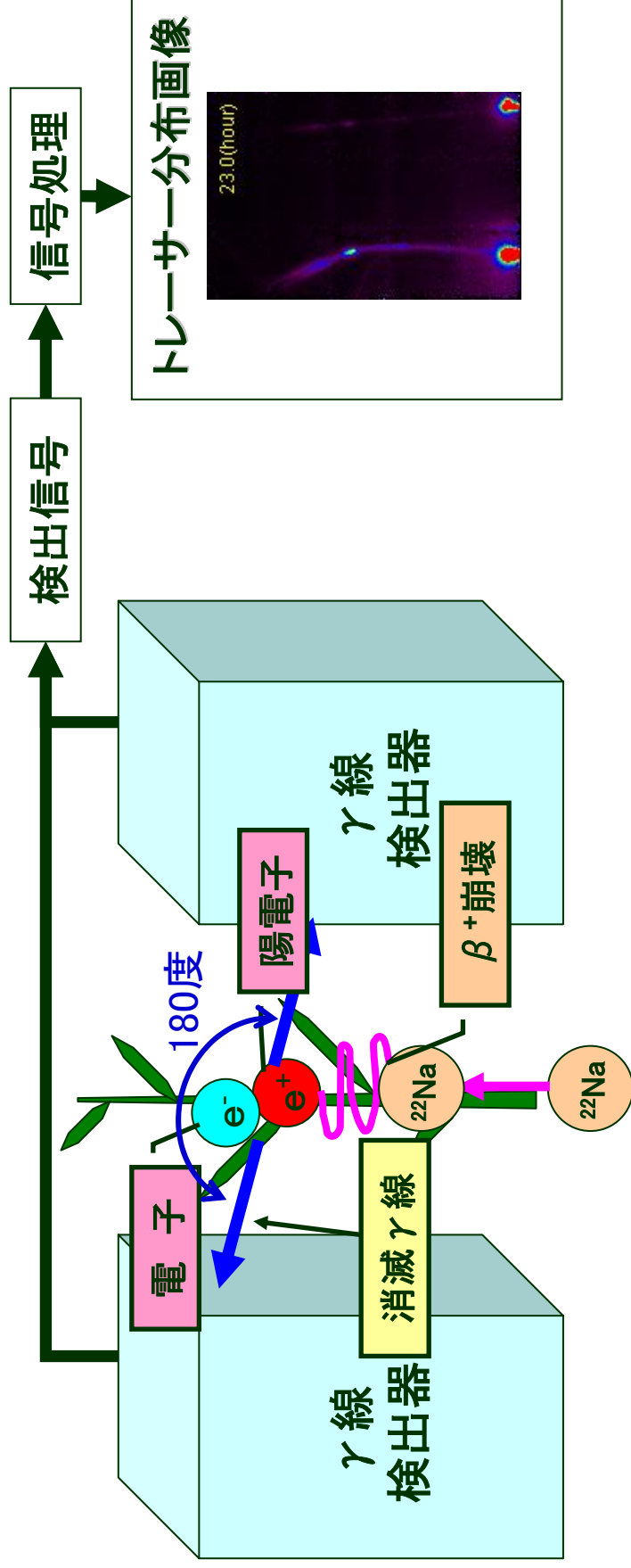


生きたまのNa動態解析

植物ポジトロンイメージング装置 (Positron Emitting Tracer Imaging System :PETIS)

* 放射性同位体であるポジトロン(陽電子)放出核種を用いたトレーサー法

* 従来の侵襲的な(サンプルを破壊してしまう)手法とは異なり、**同一の個体を経時的に観察**

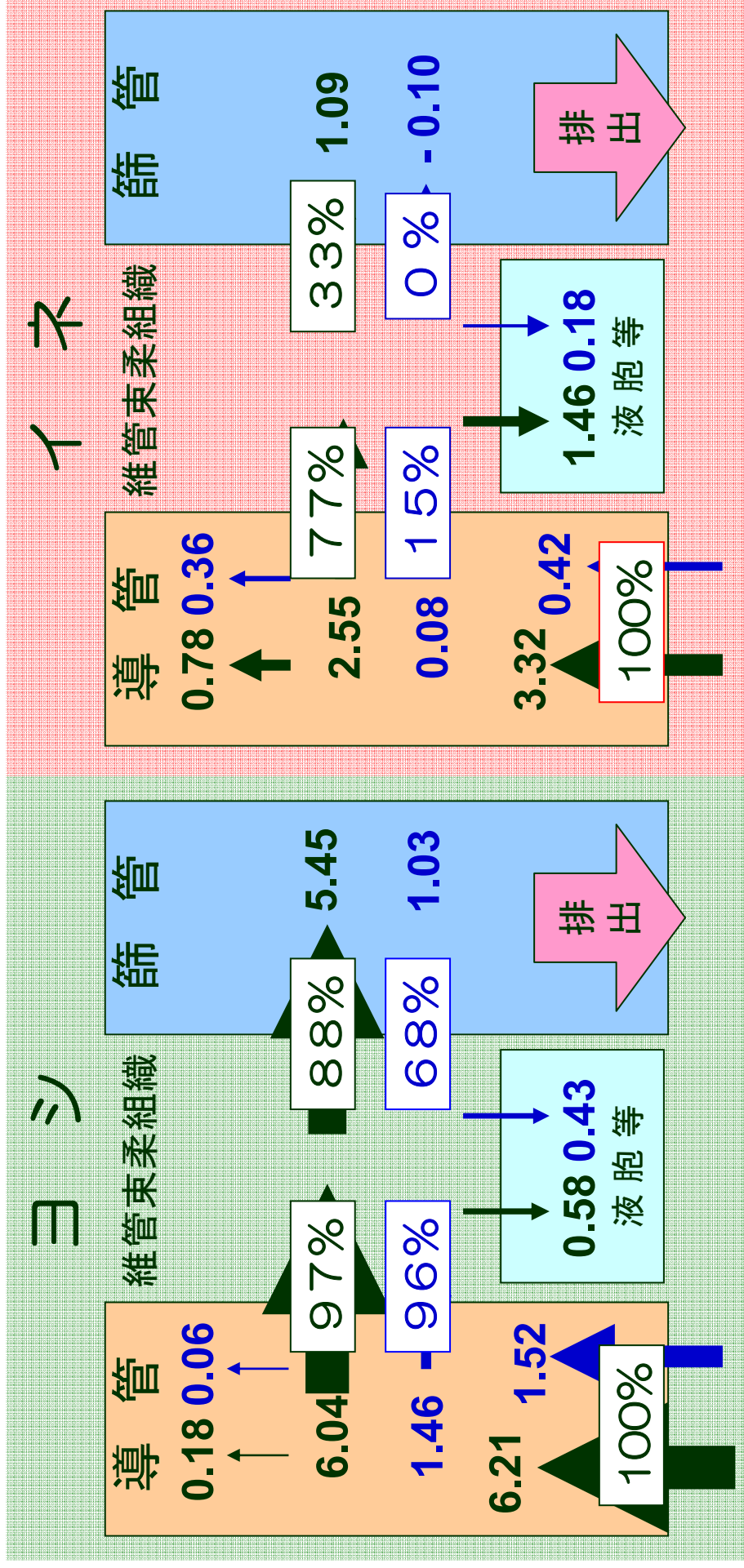


核種が滞留する場所を捉える → 蓄積された場所が特定

経時的な核種の分布を解析 → 正確な輸送速度の検討が可能



ヨシは茎基部でNaを送り返す能力が高い



根導管液中的およそ2/3以上を
篩管にLoadingしている

前処理なしでも根導管液中の
1/3だけがLoadingしない

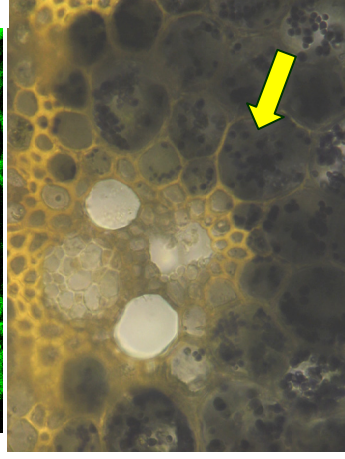
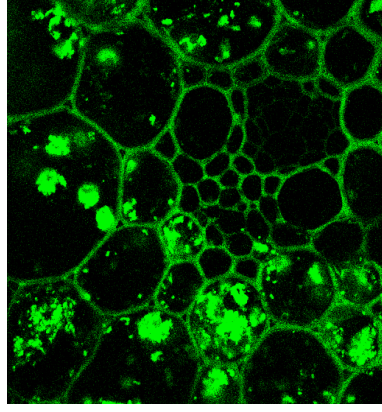


ヨシ茎基部には何か特徴があるはず

極めて効率のよいNa輸送体？

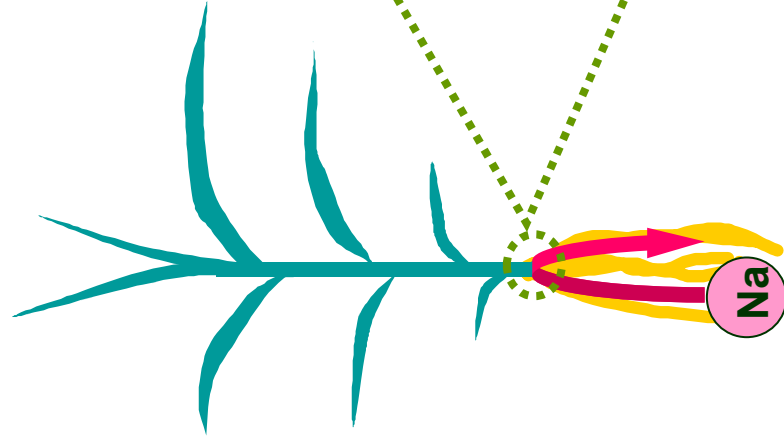
導管と篩管の周辺に特殊な構造？

緑色蛍光は遊離Na



ヨウ素で染色される
黒い顆粒はデンプン

Naを送り返している
茎基部にデンプン
が蓄積しNaを結合
しかしこの機能は不明





**現在これらの生理現象に
寄与する遺伝子の単離を行っている**



単離した遺伝子をモデル植物に導入

共同研究でお世話になっている方々(敬称略)

日本原子力研究開発機構 ポジトロインメージング動態解析研究グループ

藤巻 秀、鈴井 伸郎、河地 有木

秋田県立大学 植物分子生理グループ 植物生理分野

中村 保典、藤田 直子

本研究の中核を担っている院生



齋藤 彰宏



丸山 哲平