

第11回環境研究シンポジウム@一橋講堂 2013年11月13日

農地から水圏へー 窒素負荷流出研究の現状

独立行政法人 農業環境技術研究所
物質循環研究領域 板橋 直

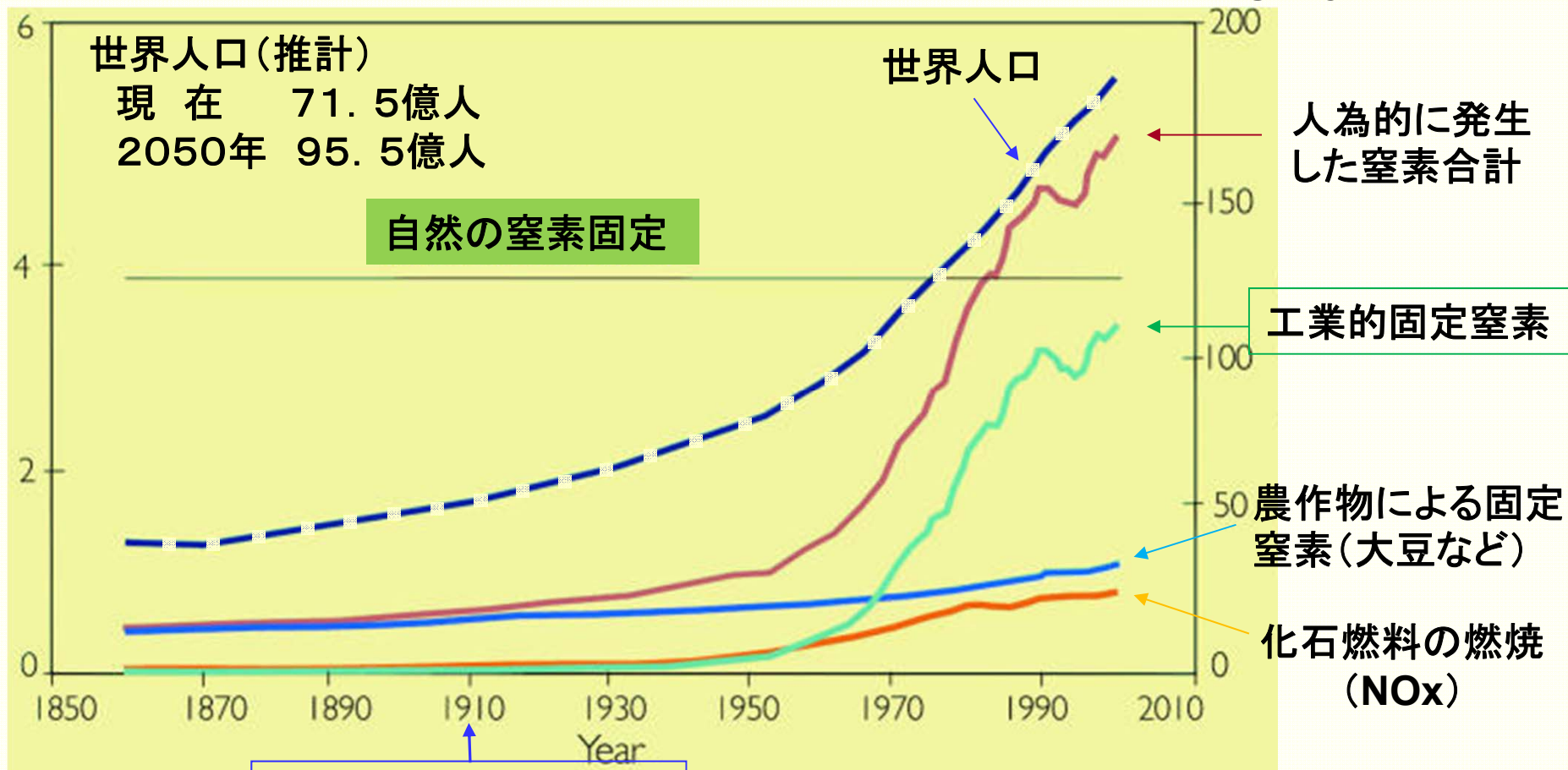
National Institute for Agro-Environmental Sciences



世界人口の増加に伴い 「人為的な窒素投入量」も増加

人口(10億人)

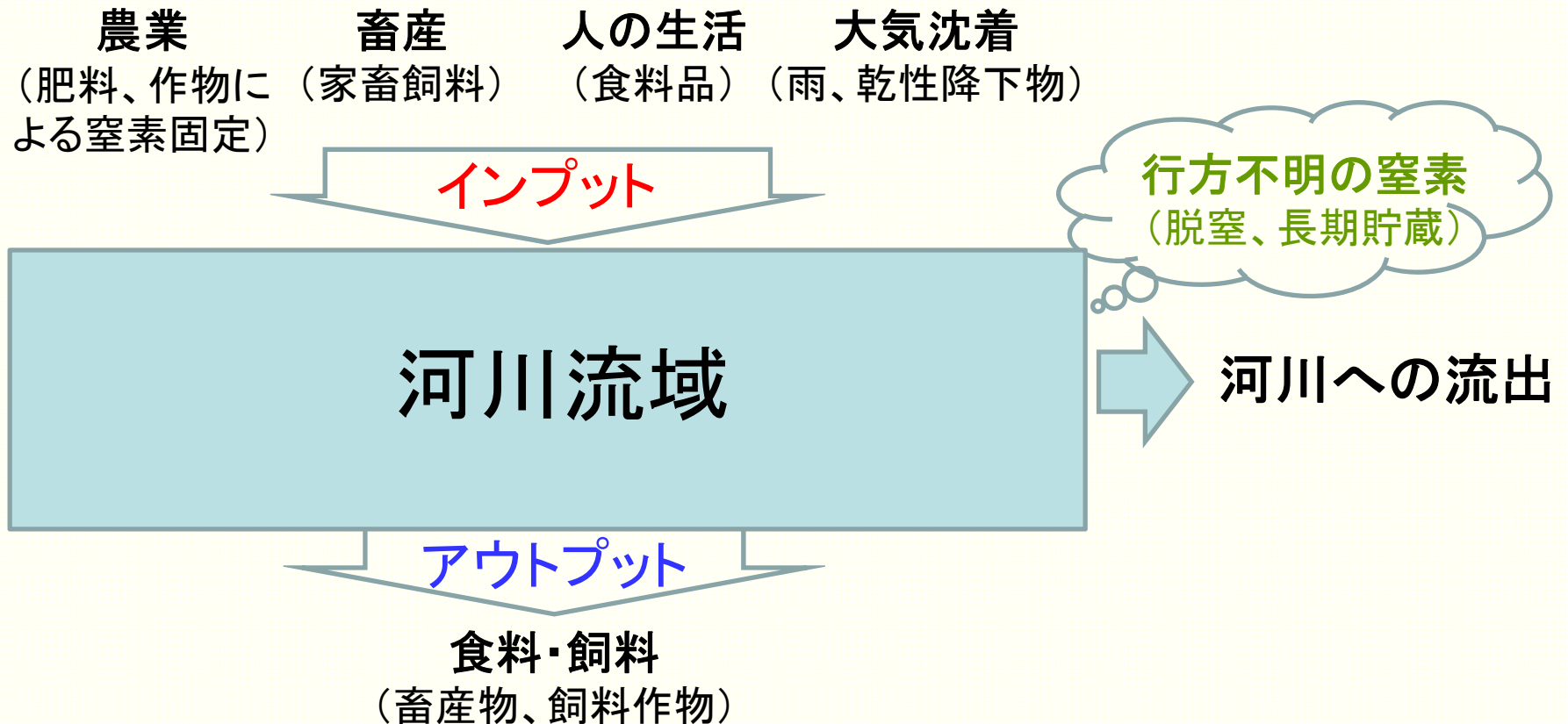
人為的窒素(Tg-N yr⁻¹)



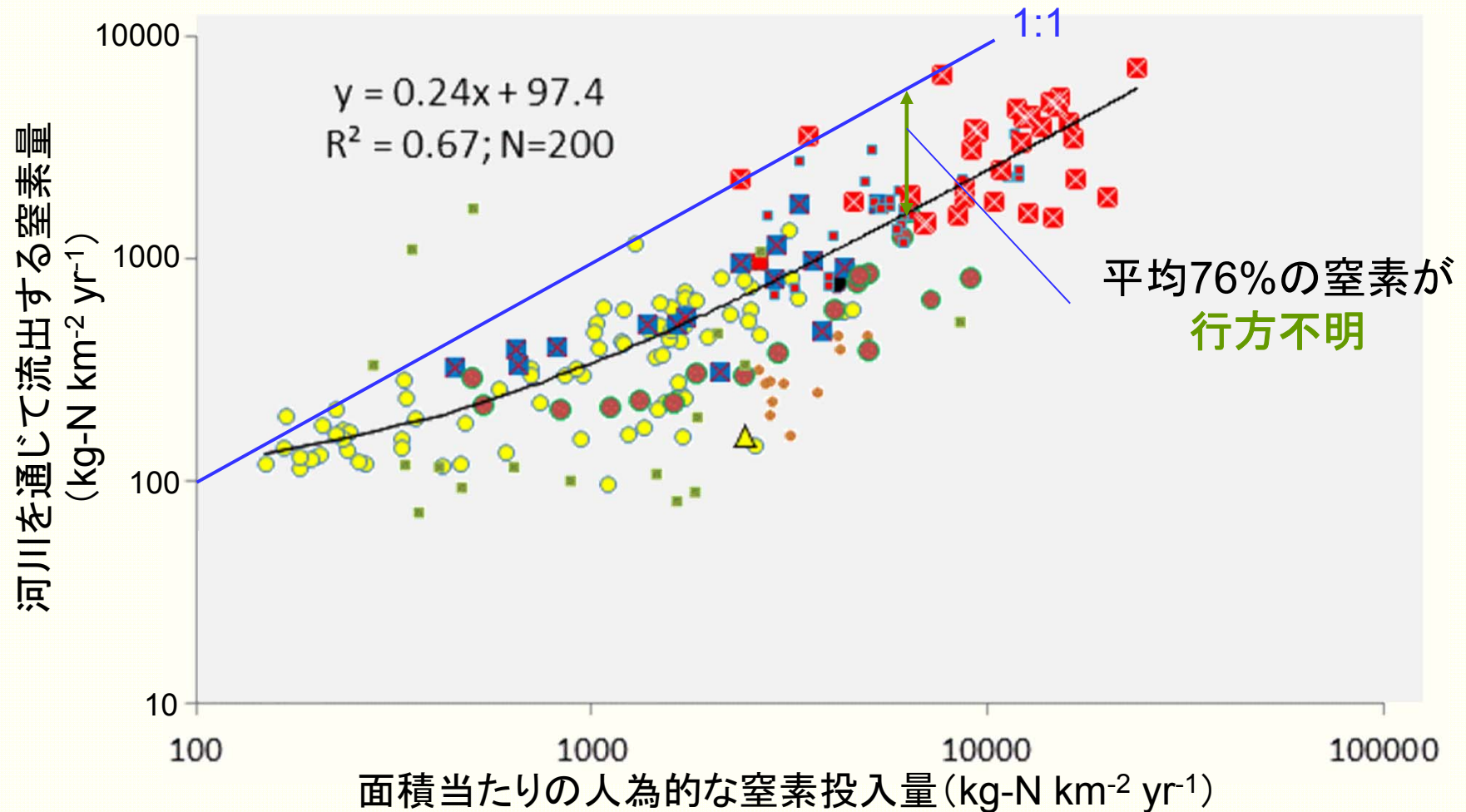
Lambert & Driscoll (2003)より

広域の窒素循環の指標:「人為的な窒素投入量」

$$\text{人為的な窒素投入量} = \text{インプット} - \text{アウトプット}$$



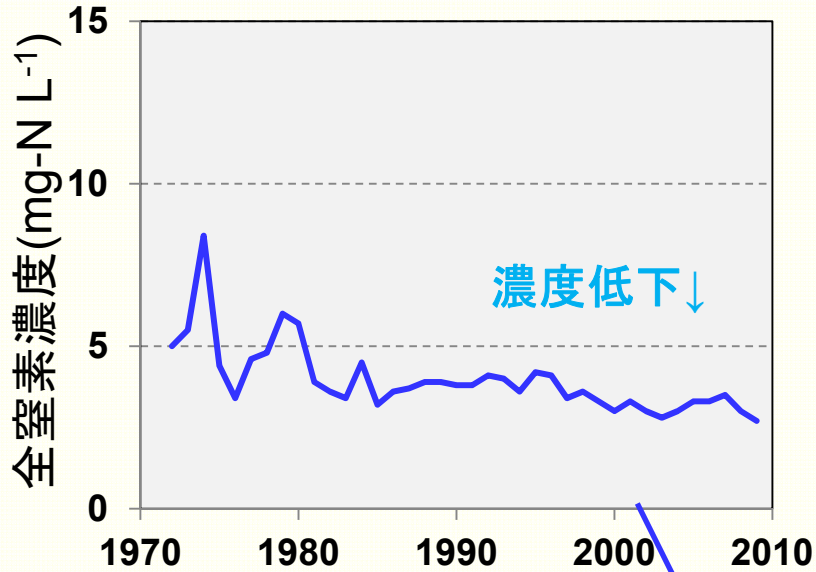
河川を通じて流出する窒素量は、 「人為的な窒素投入量」に比例



(Swaney et al., 2012)を改変

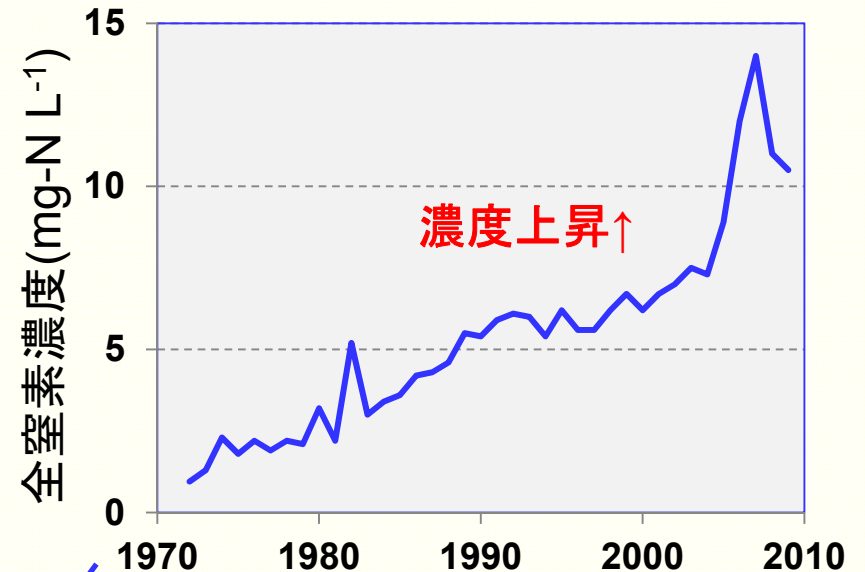
霞ヶ浦流入河川では、農業の影響が大

都市河川



点汚染源対策の効果
(事業場対策、下水道の普及)

農業河川(含畜産)



点汚染源対策の効果は薄い
農業・畜産の寄与が大



環境省公共用水域水質測定結果より作図

全国で見られる農業や畜産が原因の窒素汚濁

硝酸性・亜硝酸性窒素濃度の年平均値が10 mg-N L⁻¹を超過した河川

(単位,mg-N L⁻¹)

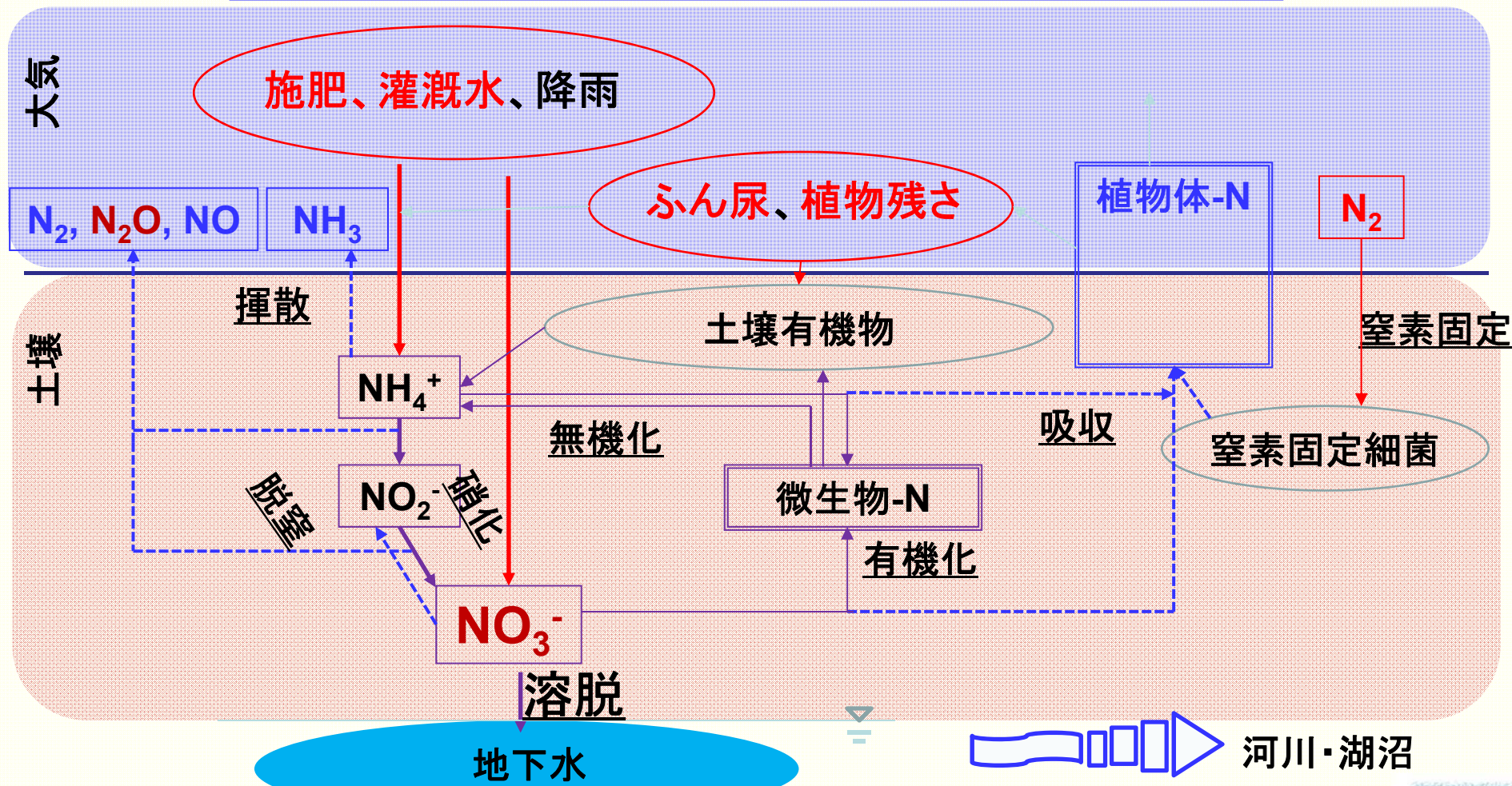
地方	河川	原因(推定)	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23
関東	TK川	肥料、家畜排せつ物	16	17	17	17	17	17	16	15	14	14
関東	SN川	肥料、家畜排せつ物	21	22	22	12	21	20	20	18	17	17
北陸	OS川	事業場排水	22	22	36							
関東	MT川	事業場排水	12		12						12	11
関東	ID川	肥料、家畜排せつ物、 生活排水		11			11					
九州	KT川	肥料、家畜排せつ物、 事業場排水				32	36	11、29				
関東	HT川	肥料、家畜排せつ物、 生活排水						11				
関東	TB川	肥料、家畜排せつ物						14	12			
関東	KS川	肥料、家畜排せつ物						13	13			

環境省公共用水域水質測定結果(H15~H24)より

農地土壌からの窒素の排出と 河川・湖沼への流出経路

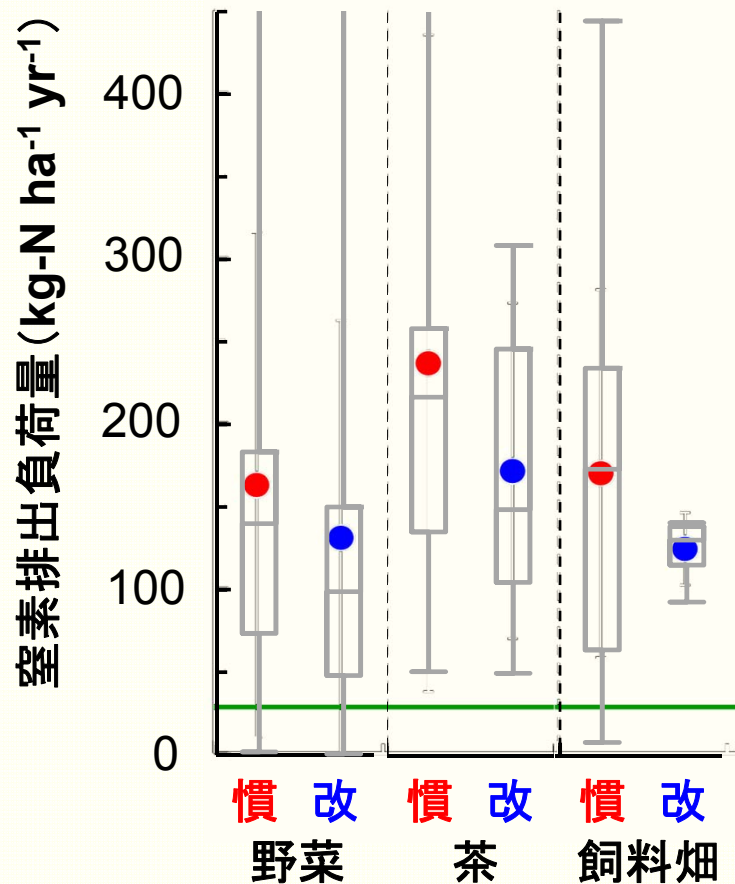
土壌表面の窒素収支 = **インプット** - **アウトプット**

↓ **インプット**
↑ **アウトプット**



土壌表面での窒素収支の改善の取り組み

慣行農法 → 改善農法で20~40%の負荷削減

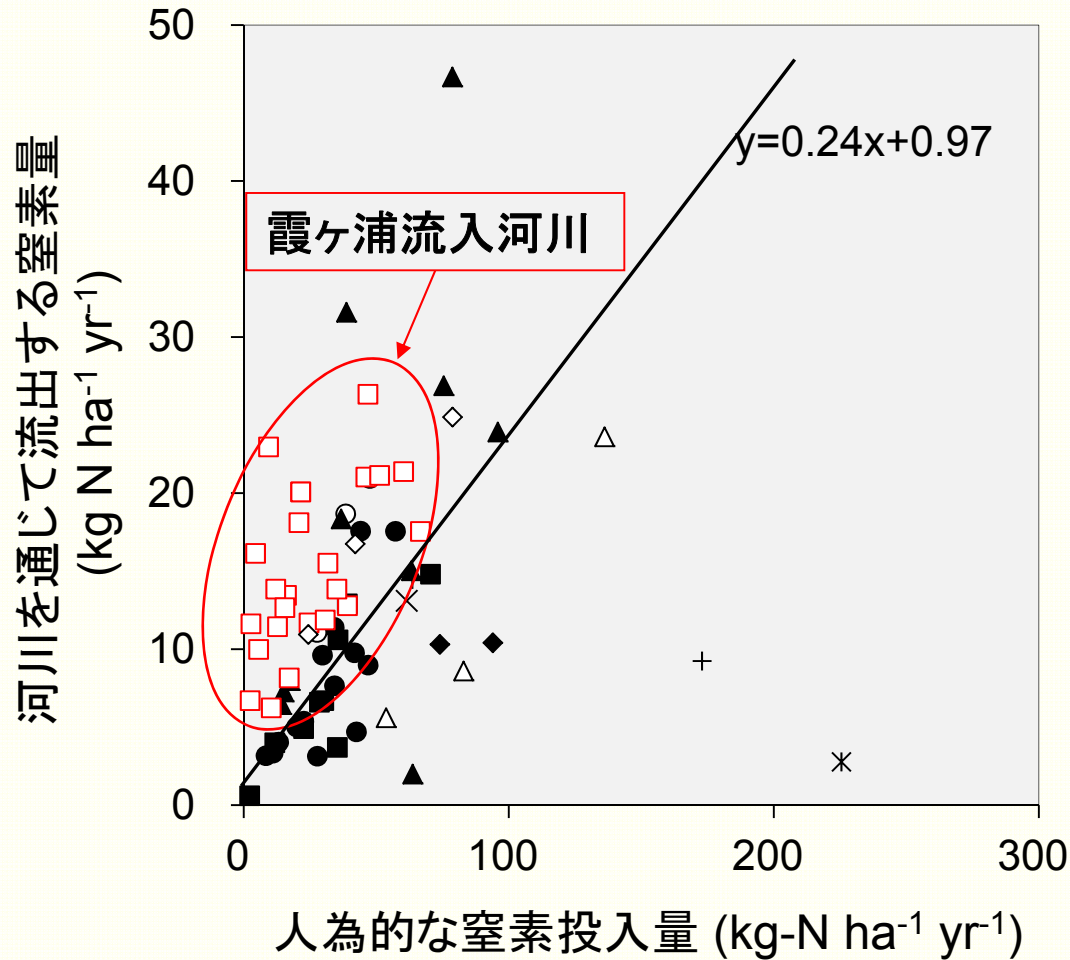


改善農法のメニュー一例

- 有機物施用
- 緩効性肥料
- 不耕起
- 側条施肥
- 地下水水位制御
- 緑肥
- 硝化抑制
- 少灌水
- 草生栽培
- マルチ
- その他

49文献、202データを集計(1980年以降)
江口ら(2012)より

霞ヶ浦流入河川では、 「人為的な窒素投入量」の約55%が行方不明

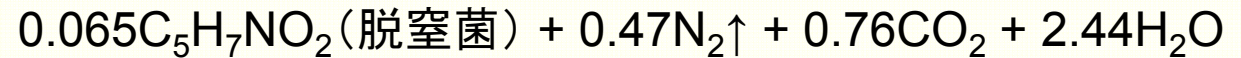


- ・農業由来の窒素負荷が主体
→下水処理場等の寄与が小さい
- ・河川を通じて流出しない窒素の行方は？

Kimura et al. (2012)を改変

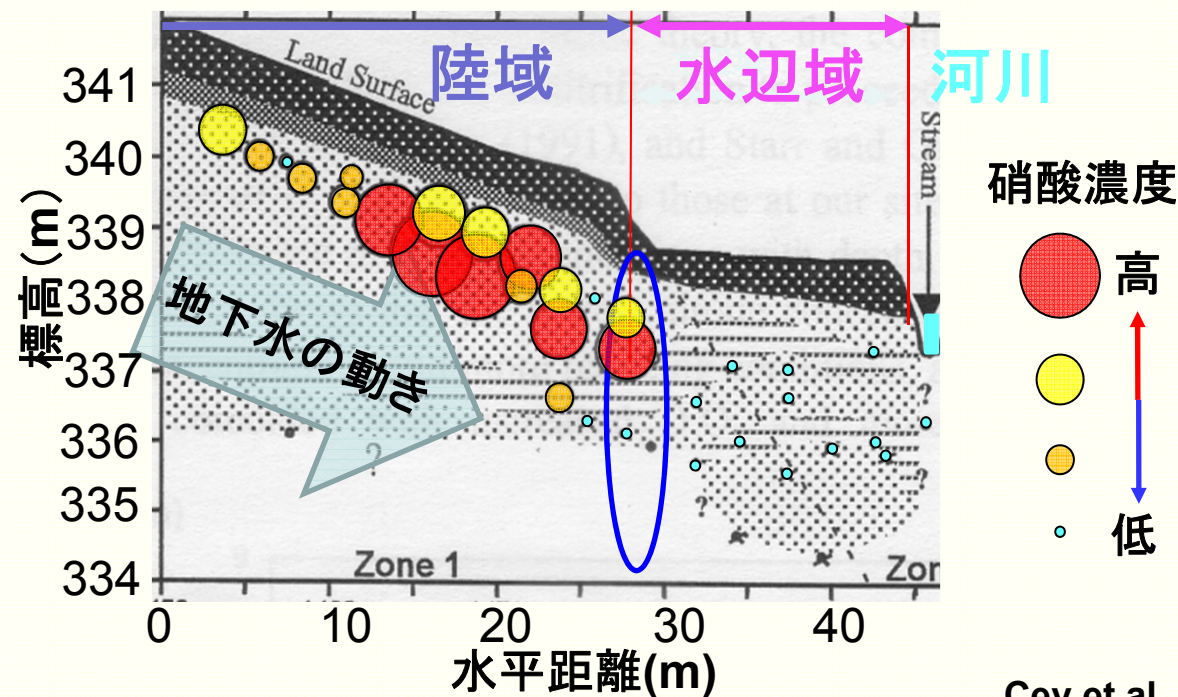
不明の窒素の行方を明らかにする

- ・脱窒作用・・・適度な還元条件、基質(有機炭素)



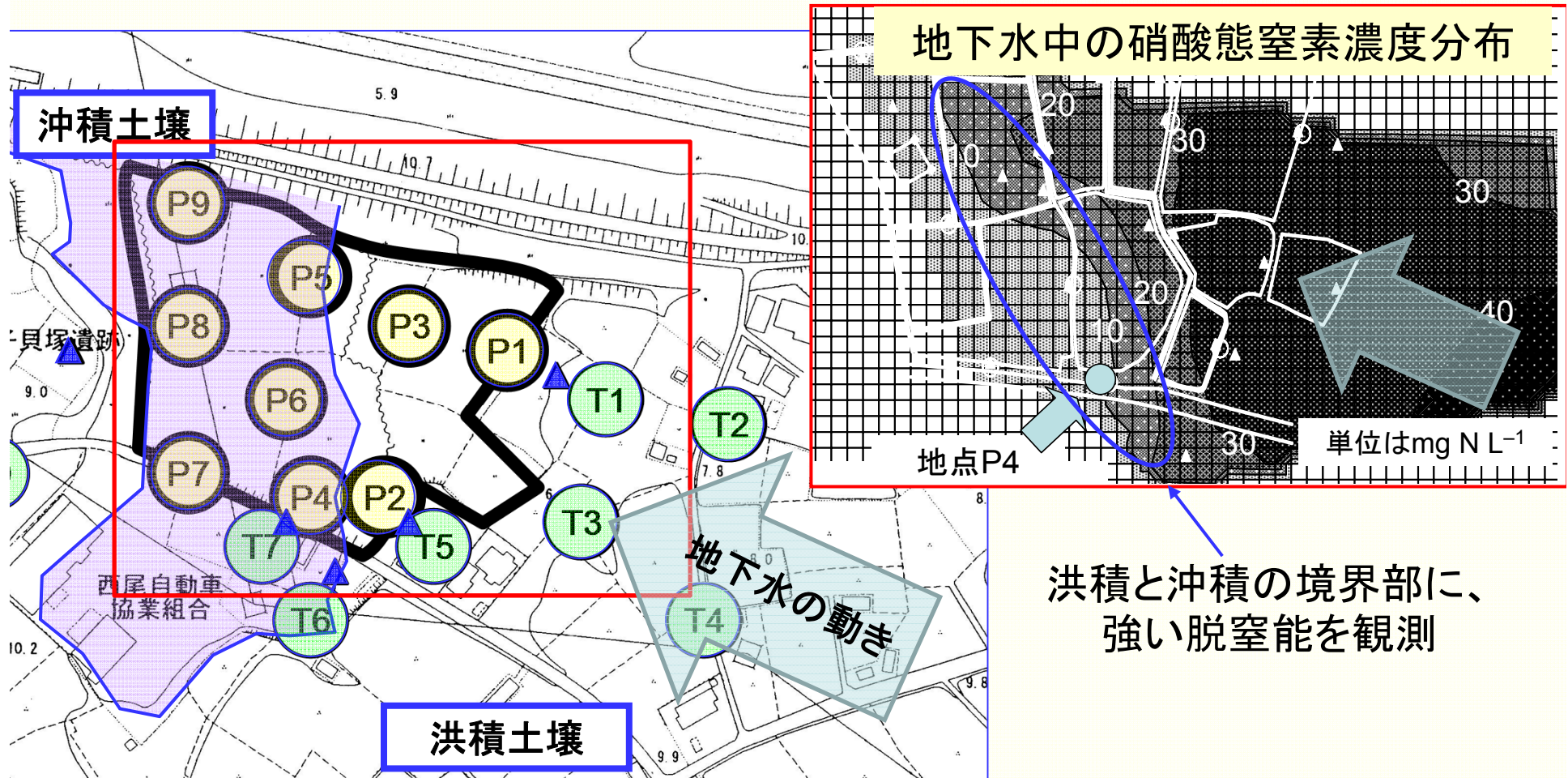
- ・Riparian zone(水辺域)の浅層地下水帯に注目

・・・河川や湖沼など湛水域の近傍にあって、陸域と水系をつなぐ場所



Cey et al. (1999)を改変

水辺域地下水帯で地下水中の硝酸濃度が低下 茶園(洪積)－水田(沖積)の連鎖系

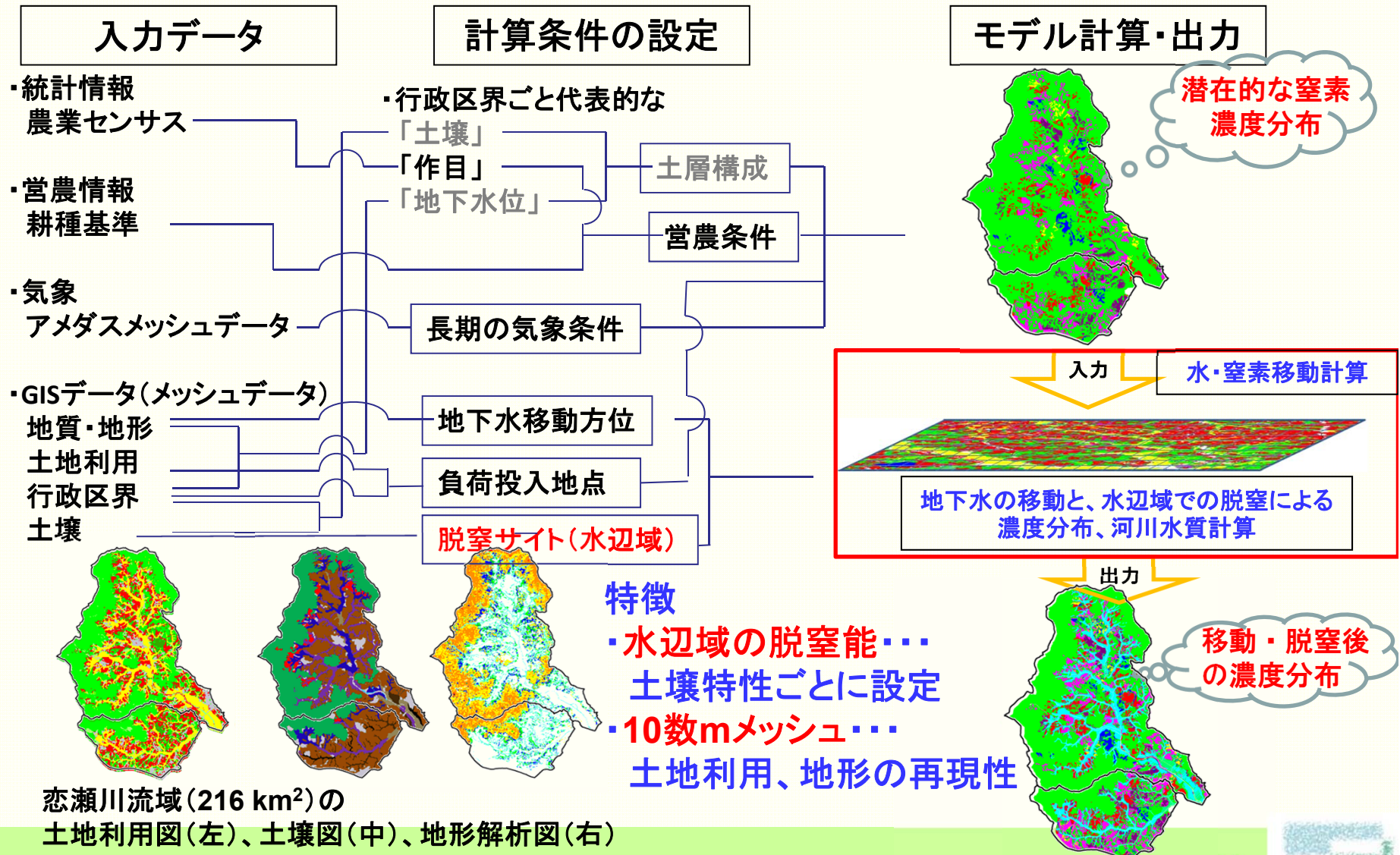


洪積と沖積の境界部に、
強い脱窒能を観測

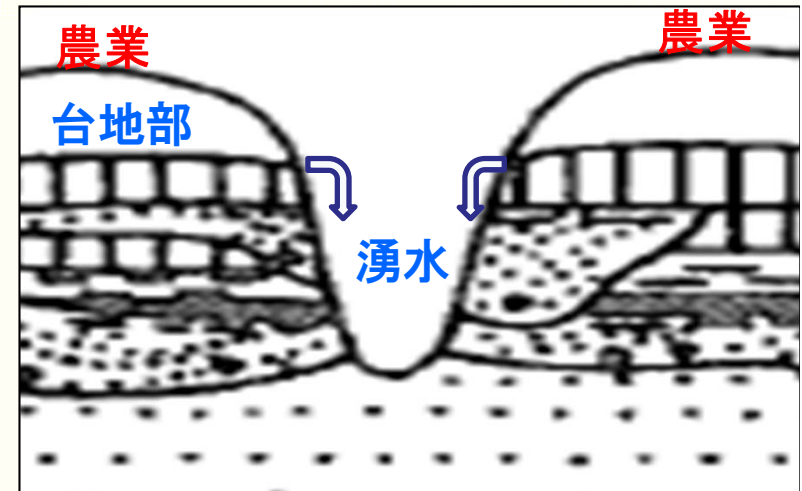
愛知県西尾市矢作川河畔での観測
T,茶園;P,水田、観測井戸の位置
江口ら(未公表)

窒素除去量は約 $120 \text{ kg-N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$
→野菜畑から排出される窒素量に匹敵

水辺域での脱窒能を考慮した、流域への窒素負荷 による河川水質影響を予測するGISモデル



地形の特徴：谷津奥での浅層地下水の湧出



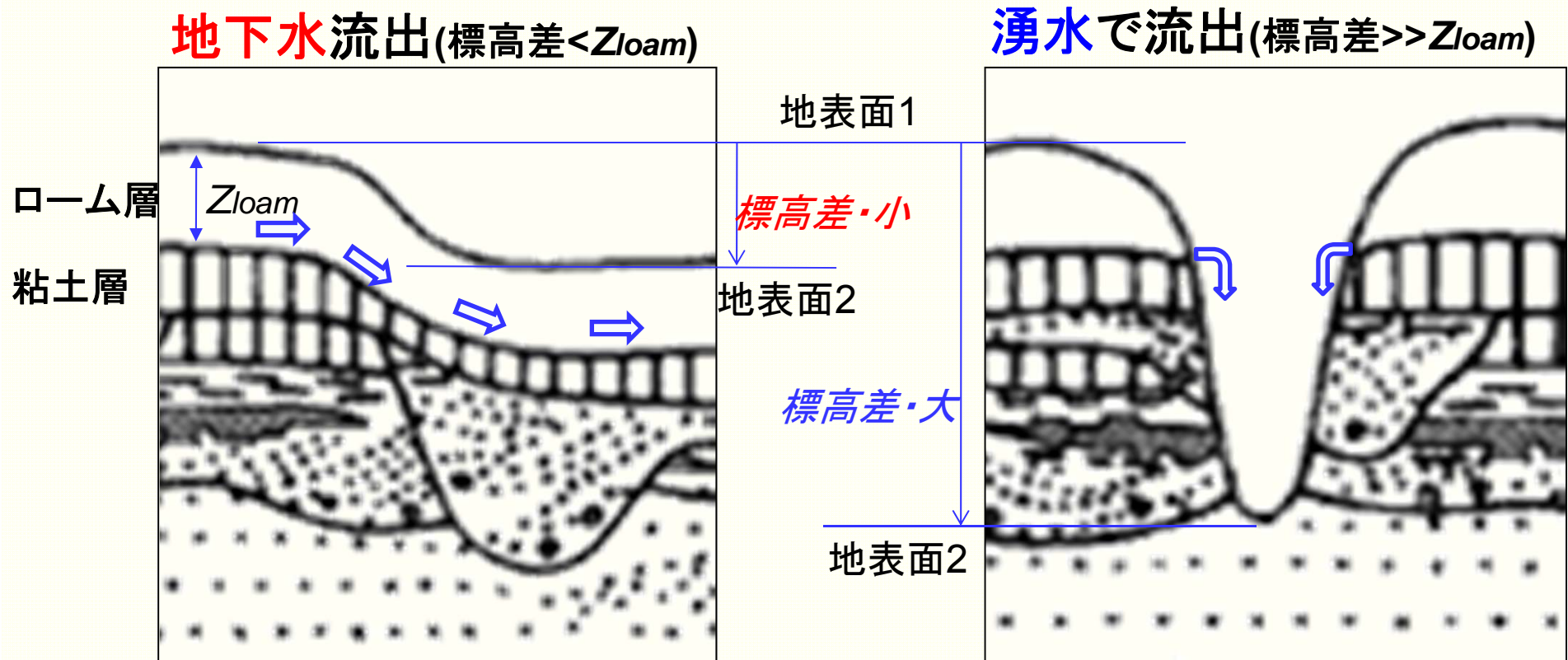
硝酸態窒素として $9 \sim 10 \text{ mg-N L}^{-1}$
(2011年1月～4月)

→谷筋を流下して本流に流れ込む
浅層地下水が、河川水質の汚濁源

地形に応じて、台地地下水の河川流出経路を区分

地下水のまま水辺域を通過する場合(左)

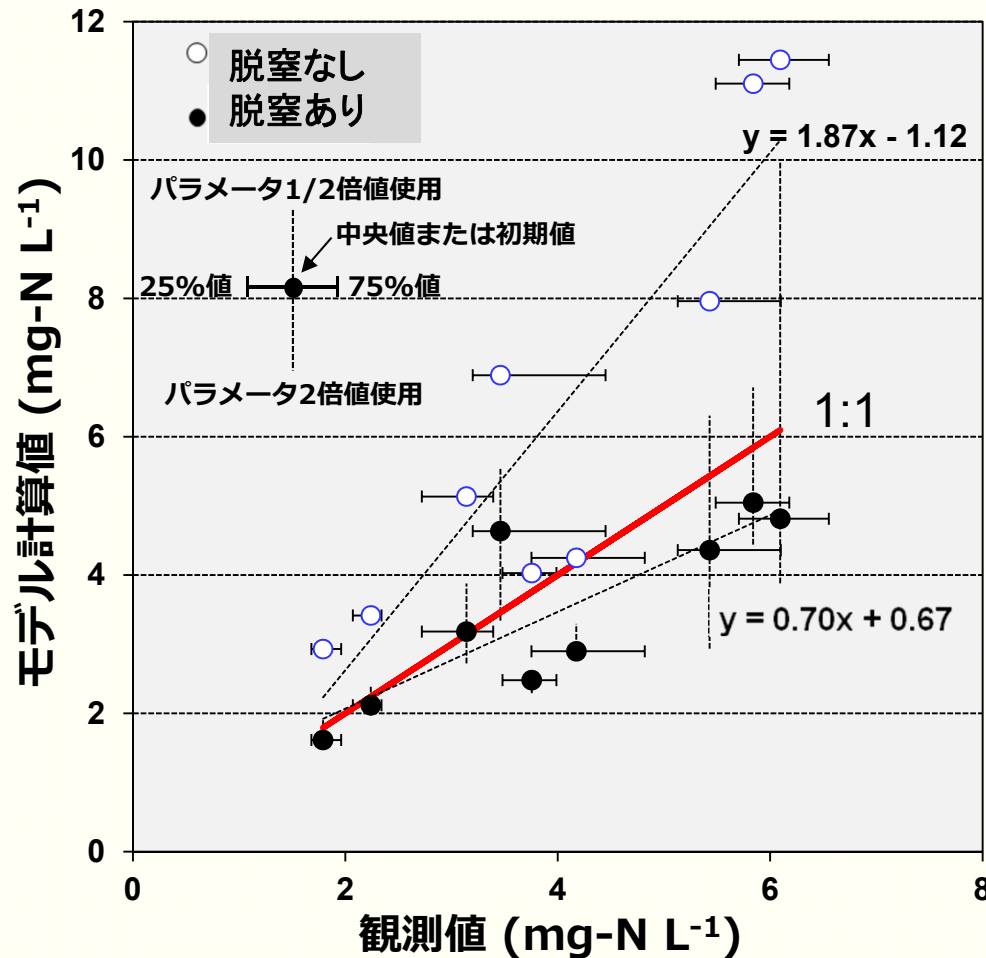
湧水として直接河川に流出する場合(右)



Z_{loam} : 火山灰ローム層の典型的な厚み

(2.8 m, Yasuhara et al., 1990; 2.7-2.8m, Eguchi et al., 2009)

モデルの適用により、 河川水質窒素濃度の予測精度が向上



(板橋ら、2013)

霞ヶ浦流入河川流域の農地の
窒素負荷による河川水質に
対する影響は、

- ・地形による地下水流路の分断
- ・水辺域浅層地下水帯の脱窒能を同時に考慮することが有効

水辺域地下水帯研究の今後

- 水辺域地下水帯での脱窒能の**定量的**評価
地形、地質、土地利用（自然湿地、水田、休耕田、転換畑）
☆一酸化二窒素(N_2O)発生との**トレードオフ**関係
- 浅層**地下水の流路**の面的な把握
広域、かつ個別に



農地ごとに、営農活動による水質影響予測・評価が可能に
「**環境脆弱性**」の評価
農地の特性に応じた窒素負荷の管理が可能に

本講演のまとめ

- ・人口増加に伴い、窒素循環量も増加。今後も持続の見込み
- ・農業・畜産は、流域の人為的な窒素投入量、河川流出窒素量の増加の主要因

(対策)

- ・農地・圃場レベル: 作目ごとの農業技術の改善
- ・地形・流域レベル: 水辺域地下水帯の脱窒能による窒素の河川流出抑制の重要性が明らかに

☆開発したGISモデルは、農地の立地に応じた河川水質への影響(環境脆弱性)を評価可能とすることで、
→地点の特性に応じた窒素負荷管理の実現
→水環境保全に貢献