

2018年7月19日

平成30年度 畜産環境シンポジウム

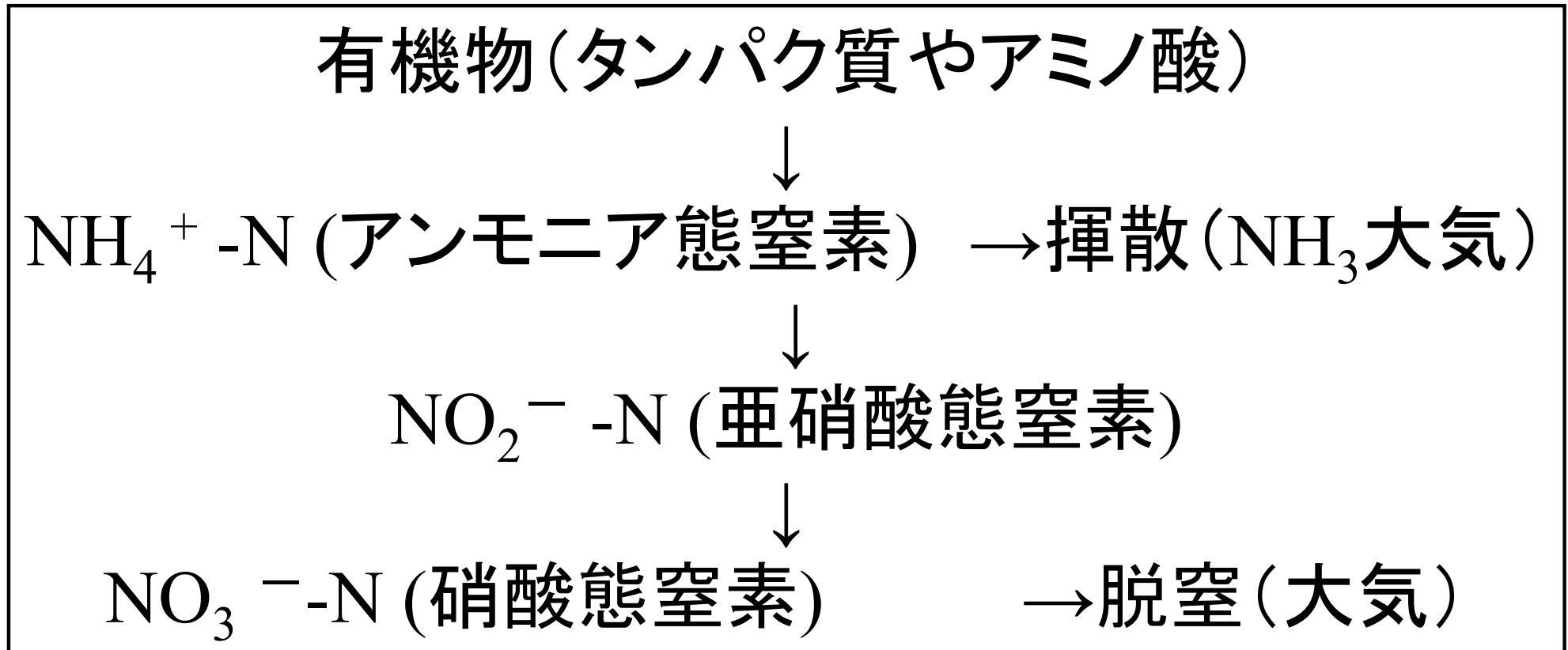
水と窒素と農業

～家畜排せつ物の有効循環～

茨城大学地域総合農学科

黒田 久雄

反応性窒素 (の窒素形態変化)



$$\text{T-N} = \text{Org.-N} + \text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$$

窒素循環

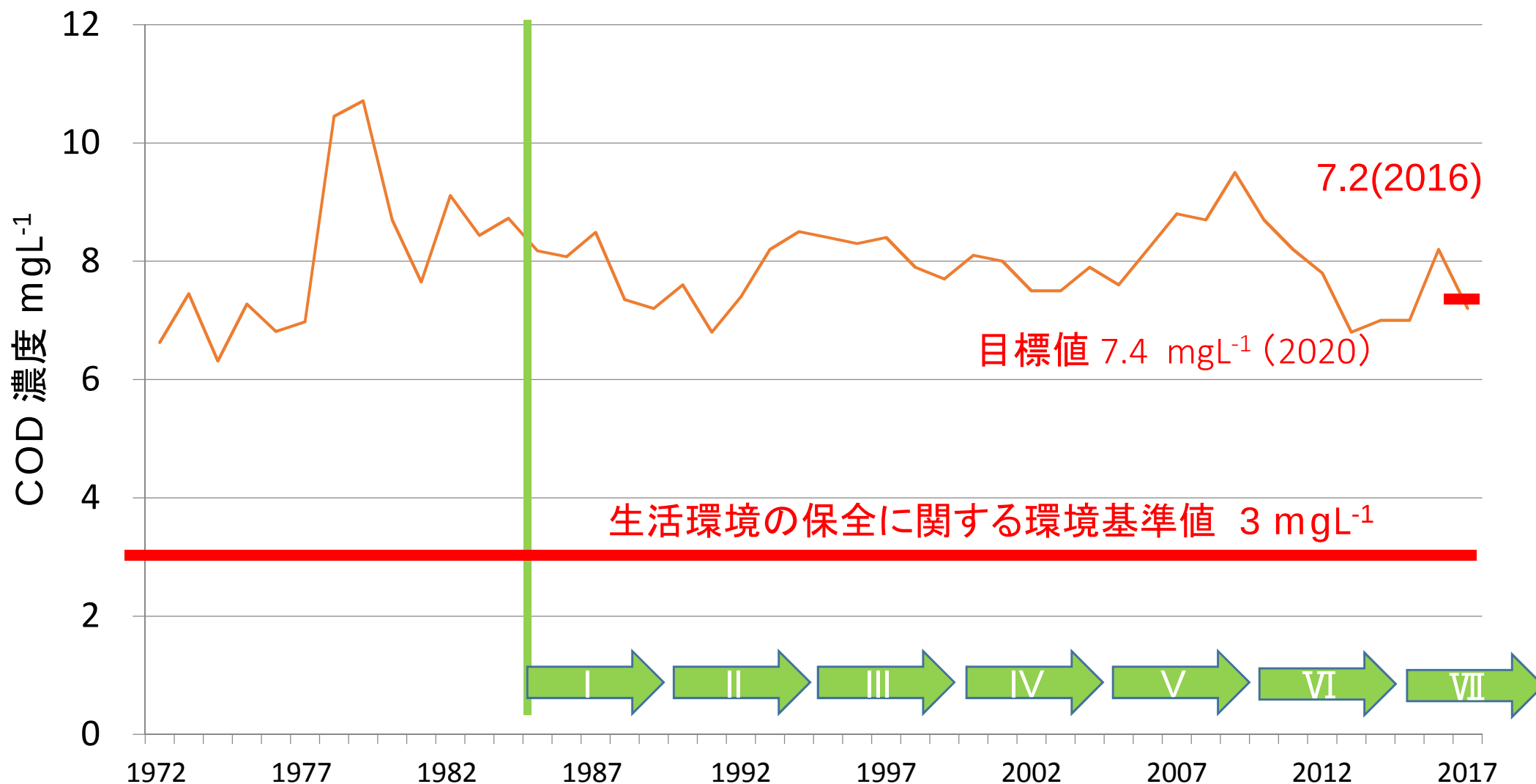
大気 → 窒素固定 (根粒菌) → 植物 → 動物 → 排泄 → 無機化 → 大気

霞ヶ浦流域図



COD 濃度の推移

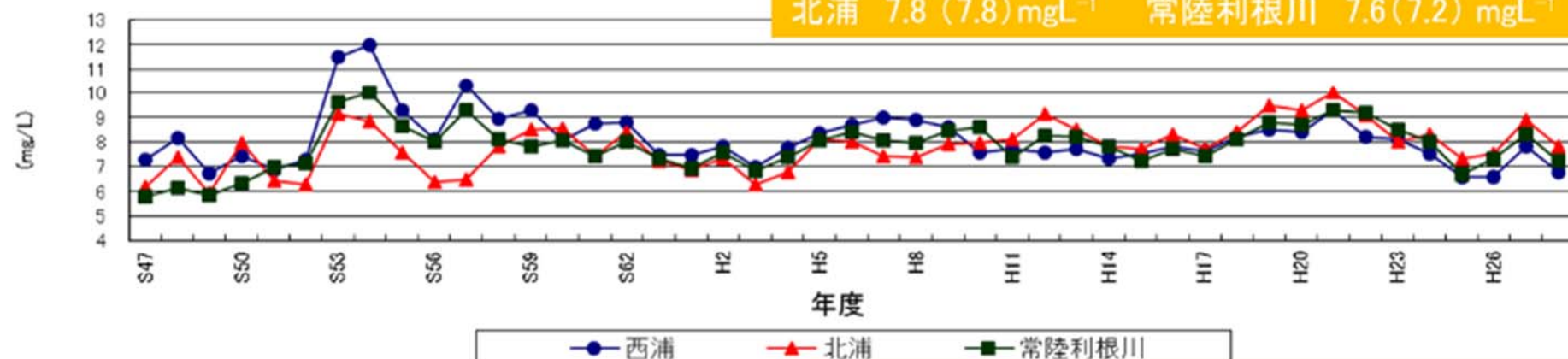
霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画



COD濃度の経年推移

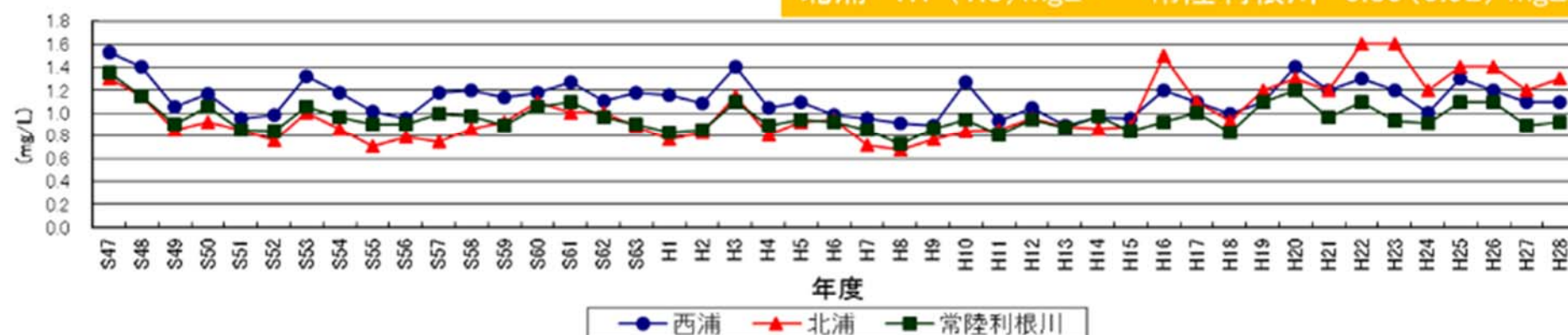
COD経年変化(年間平均値)

目標 7.4 (7.2) mgL^{-1} 西浦 7.2 (6.8) mgL^{-1}
 北浦 7.8 (7.8) mgL^{-1} 常陸利根川 7.6 (7.2) mgL^{-1}



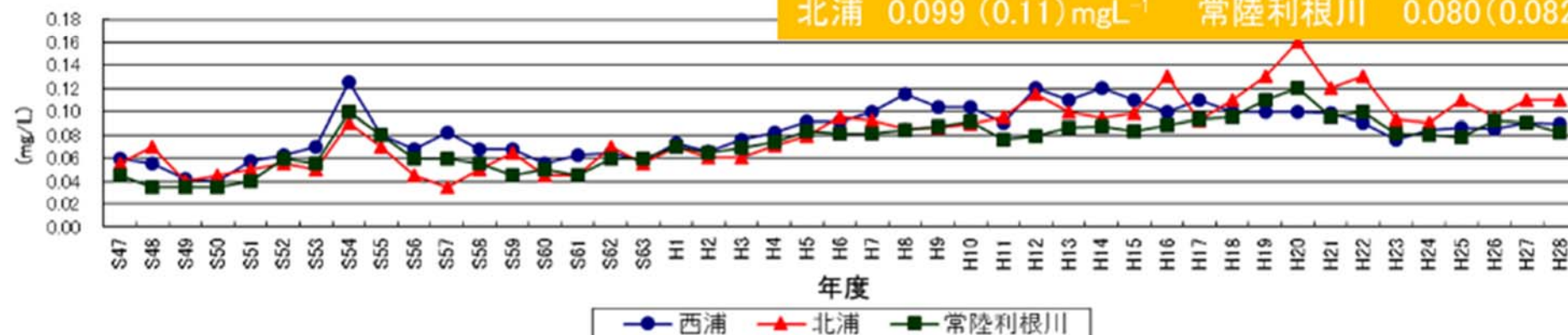
全窒素経年変化(年間平均値)

目標 1.0 (1.1) mgL^{-1} 西浦 1.1 (1.1) mgL^{-1}
 北浦 1.1 (1.3) mgL^{-1} 常陸利根川 0.89 (0.92) mgL^{-1}



全りん経年変化(年間平均値)

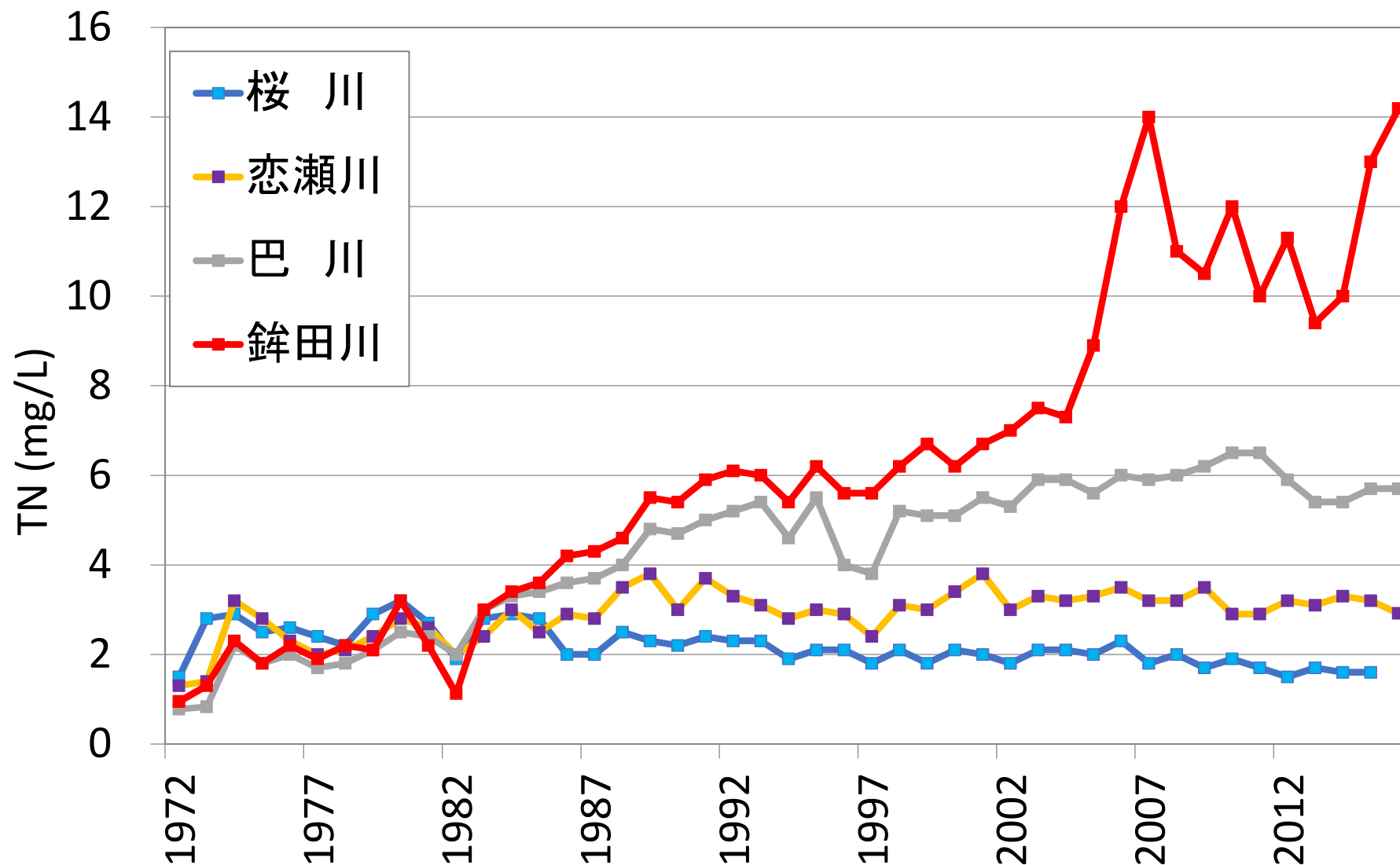
目標 0.083 (0.091) mgL^{-1} 西浦 0.080 (0.089) mgL^{-1}
 北浦 0.099 (0.11) mgL^{-1} 常陸利根川 0.080 (0.082) mgL^{-1}





北浦アオコの発生状況 2018年6月23日 潮来市大生

霞ヶ浦を代表する河川の窒素濃度

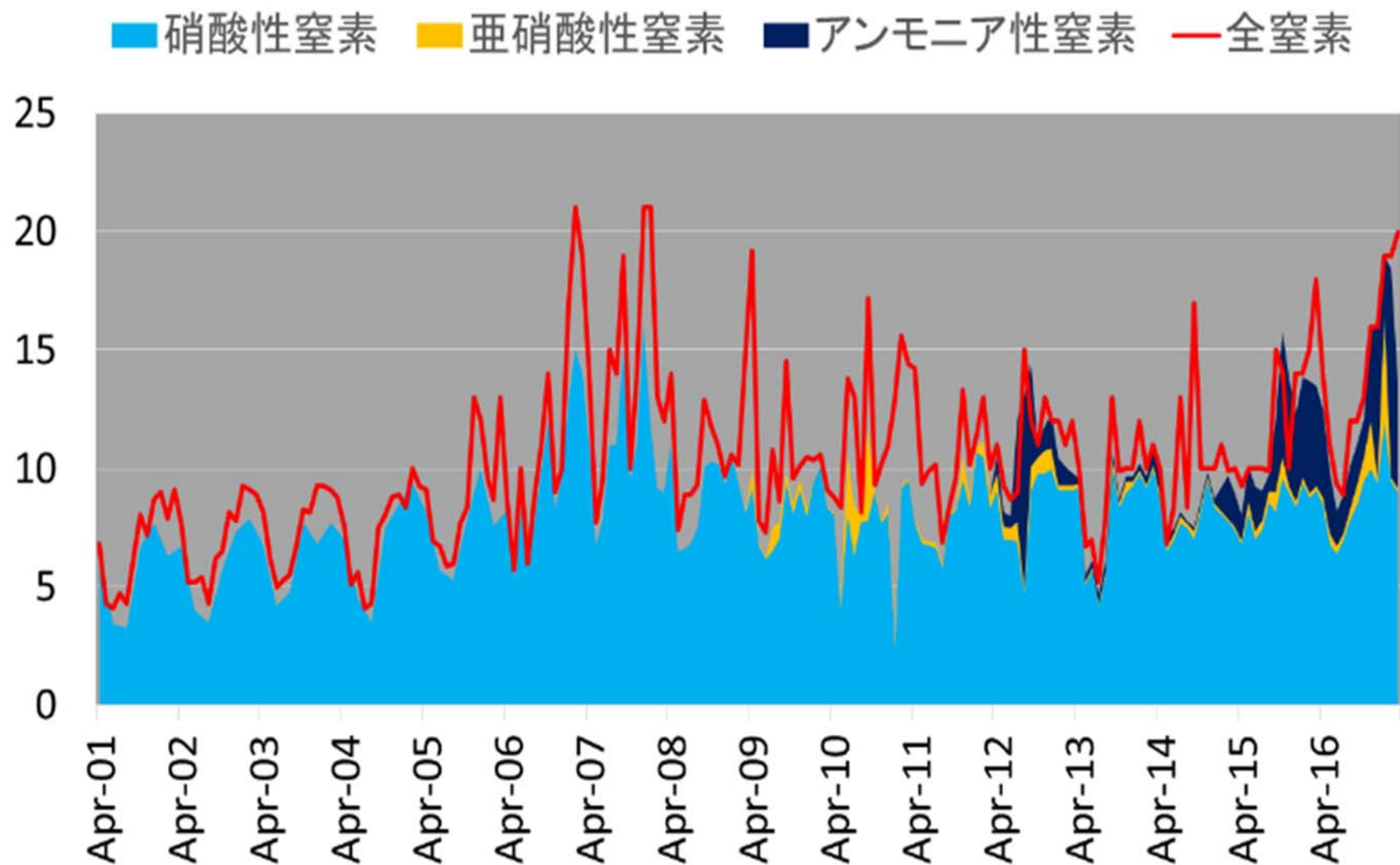


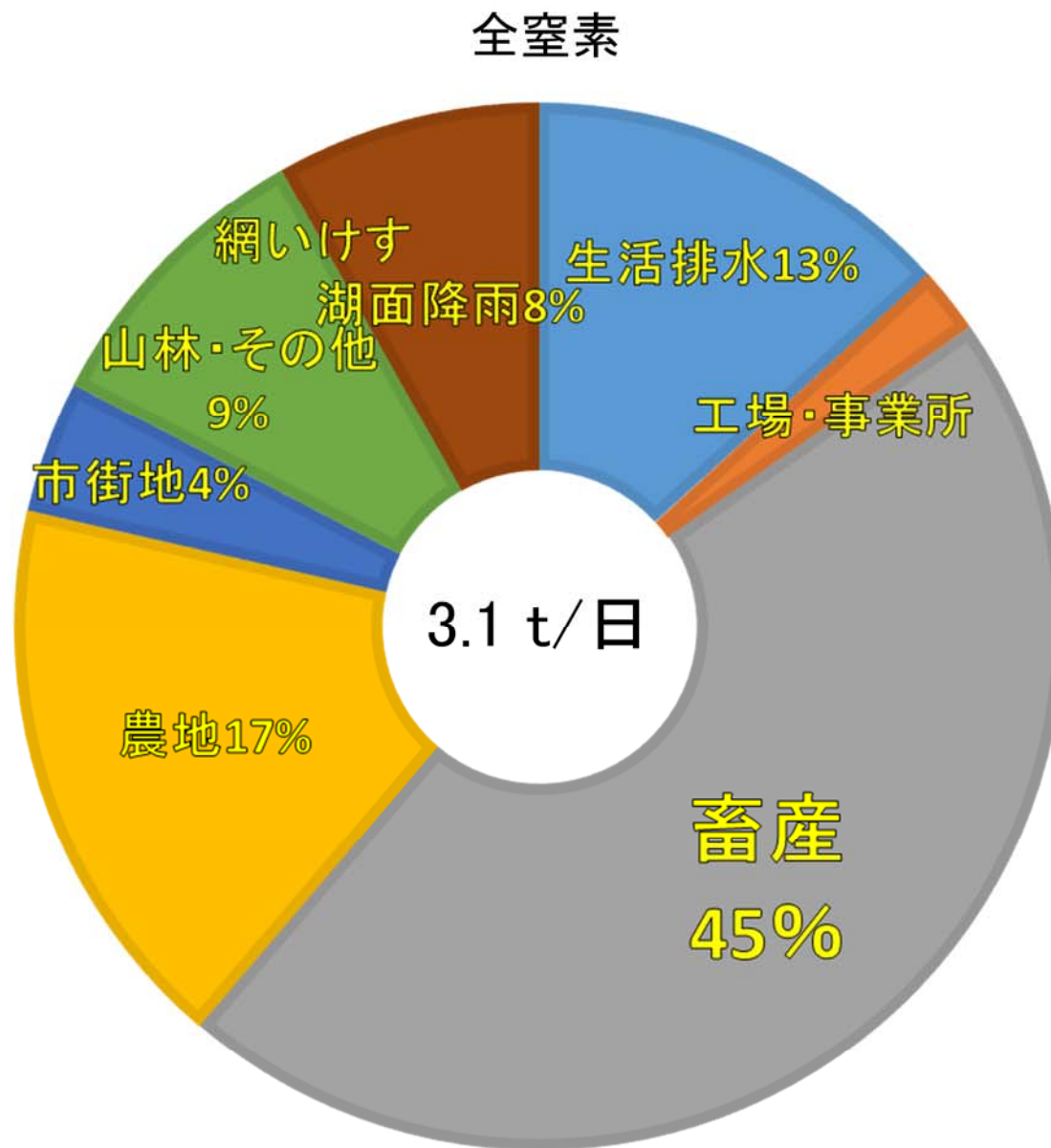
鉾田川の概要

北浦北部にある鉾田市に位置し、
旧鉾田町と旧旭村にまたがる。
延長：7.2 km
流域面積：52.7 km²



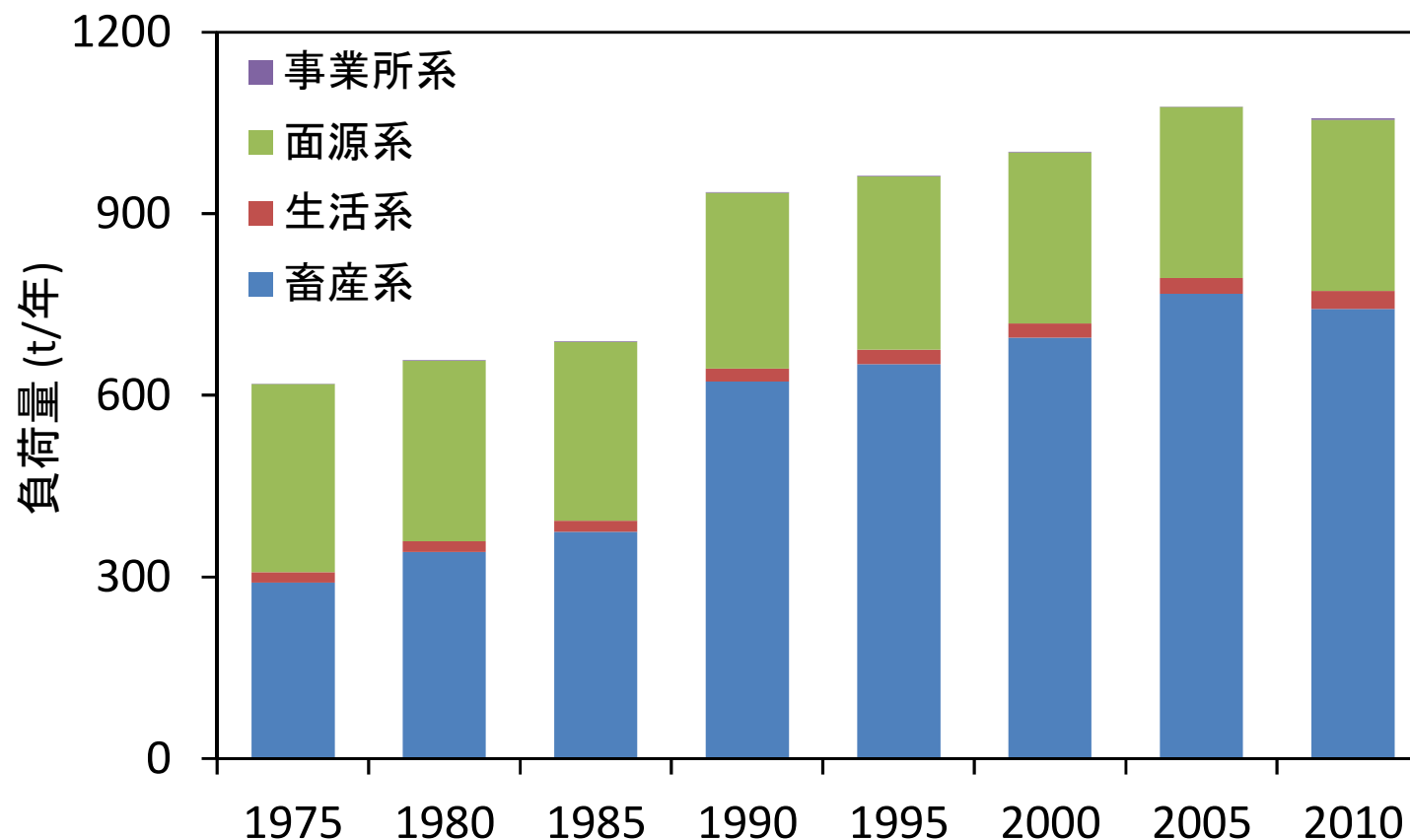
鉾田川 各態窒素濃度推移





霞ヶ浦（北浦）の汚濁負荷割合（平成27年度）
霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画（第7期）より

窒素投入量の算出結果

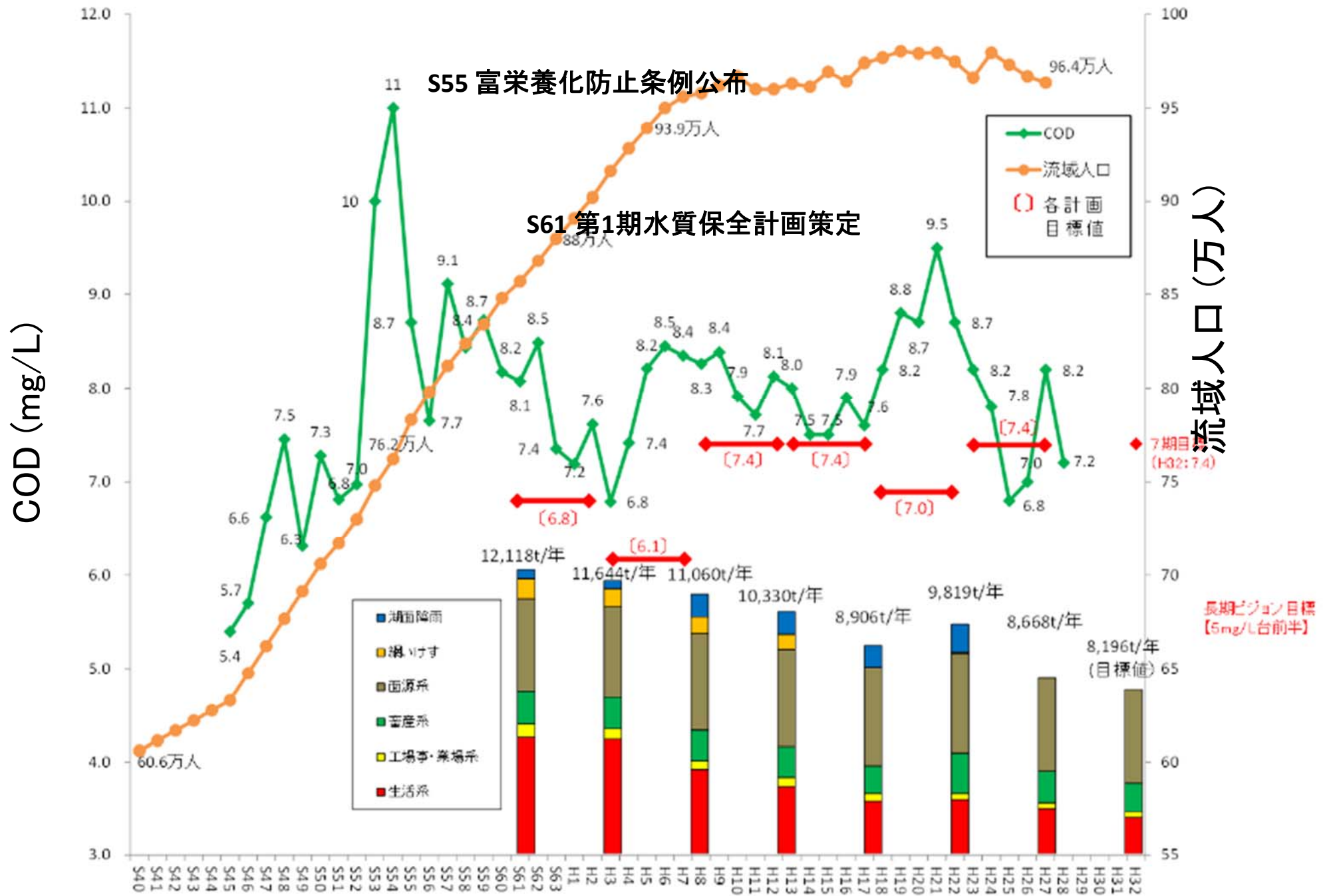


1990年から急激に増加（＝畜産系の増加）。

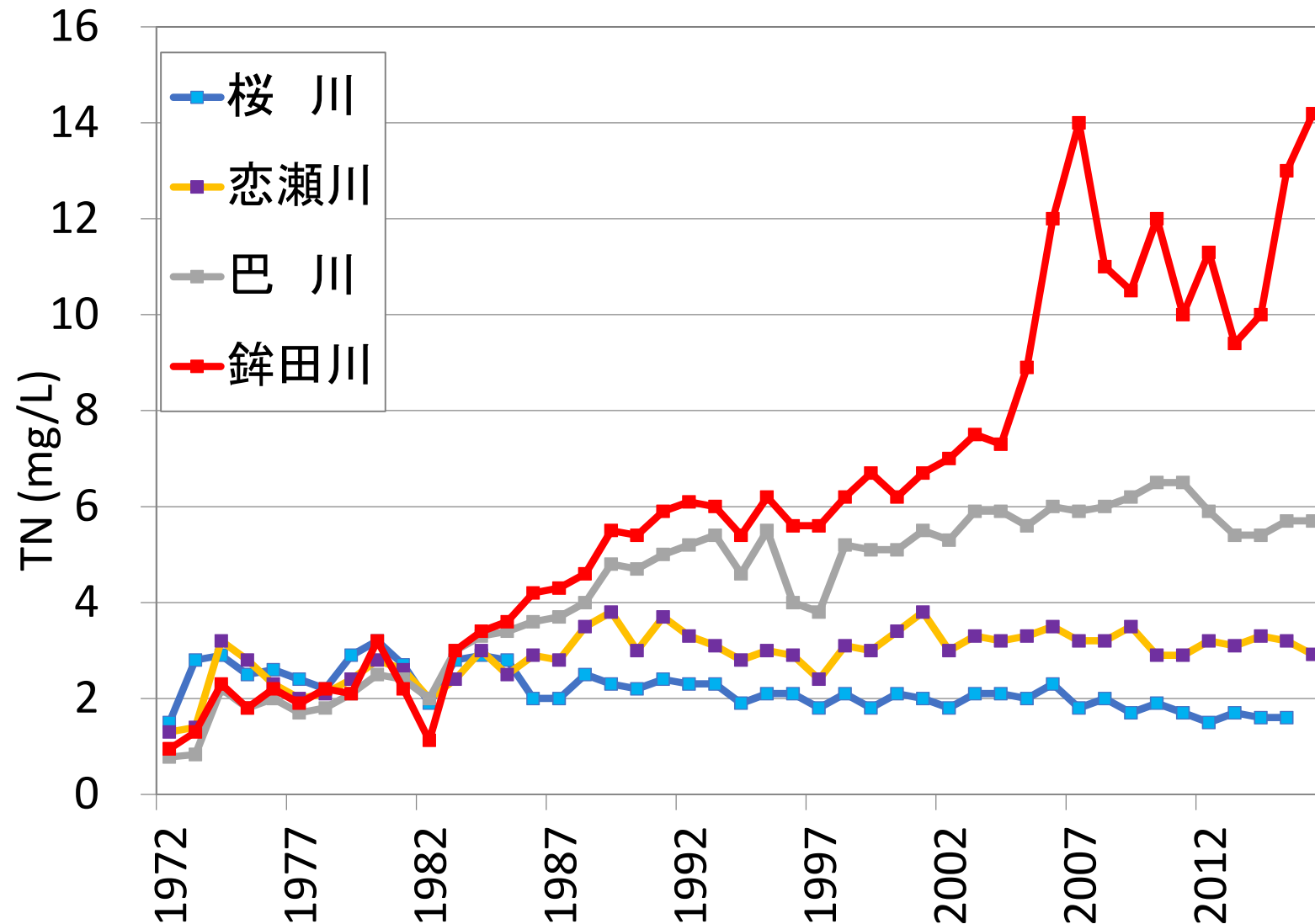
2005年まで微増で、その後は横ばい。

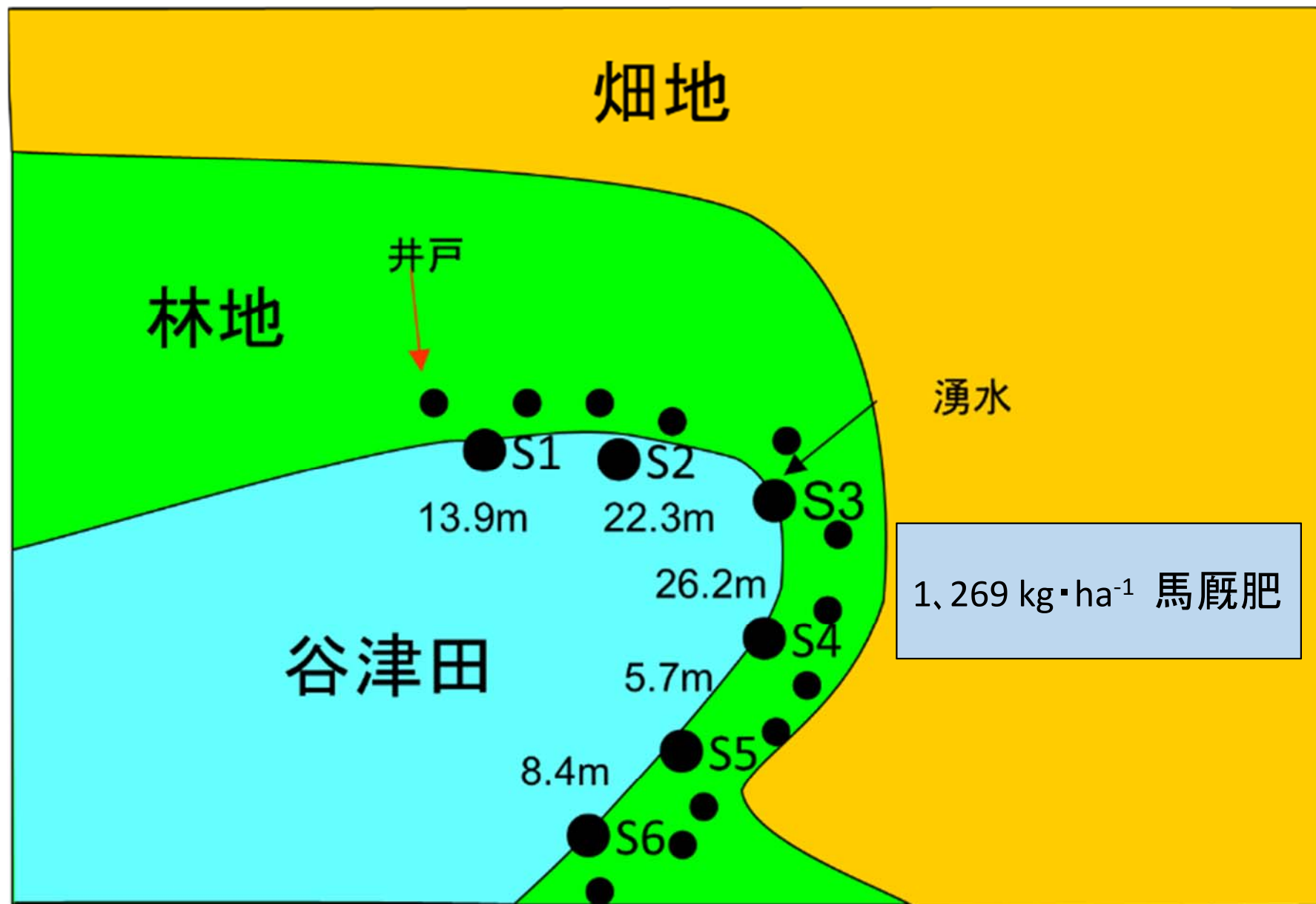
30年間で約1.7倍（2010年：1057 t/年）。

霞ヶ浦の水質と人口と流域負荷

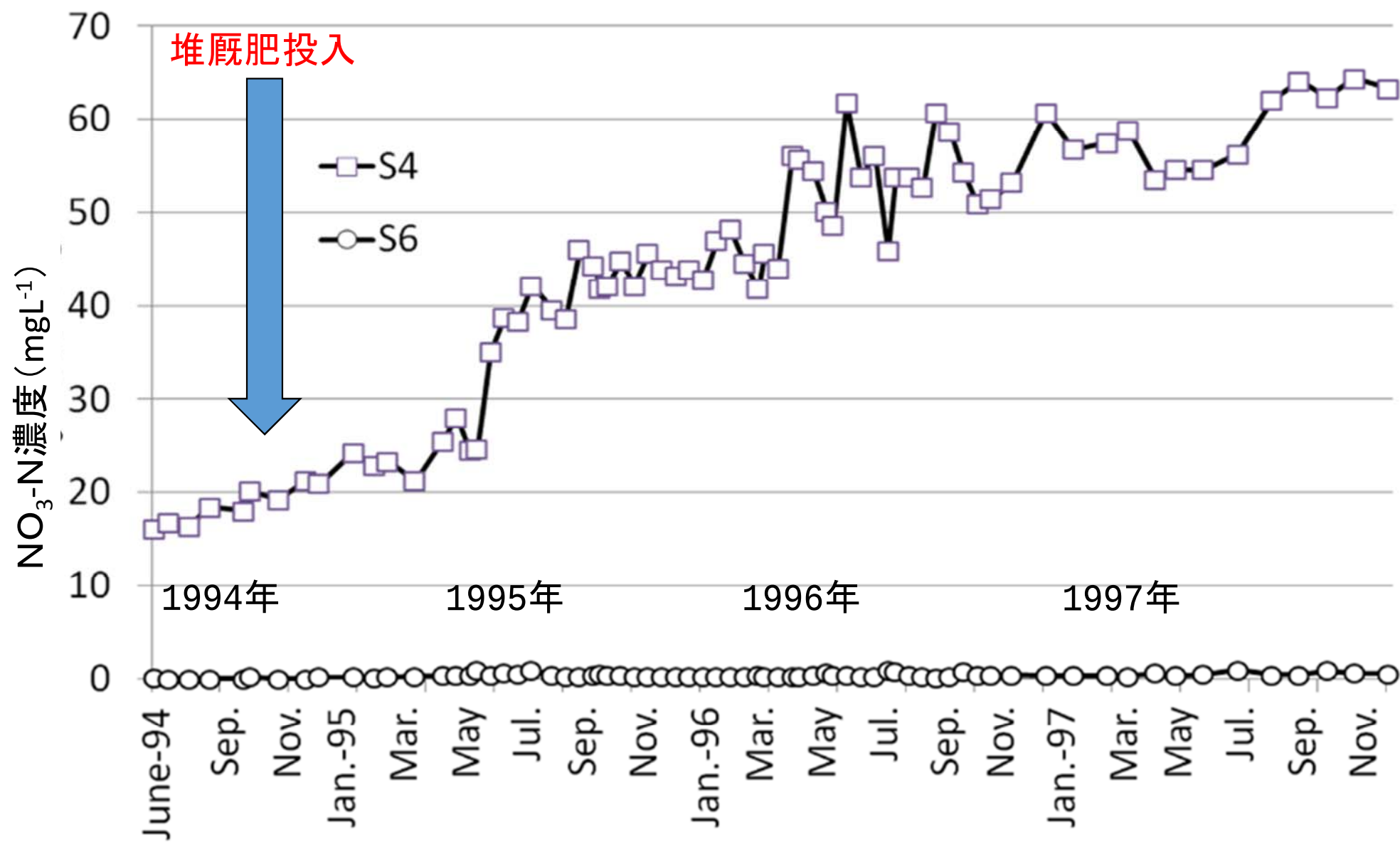


鉾田川の窒素濃度変化の理由？





湧水の硝酸性窒素濃度調査概要図



平成16年(2004年)11月1日

「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律施行規則」の完全施行



有機質肥料置き場



1975年 国土地理院
畑地

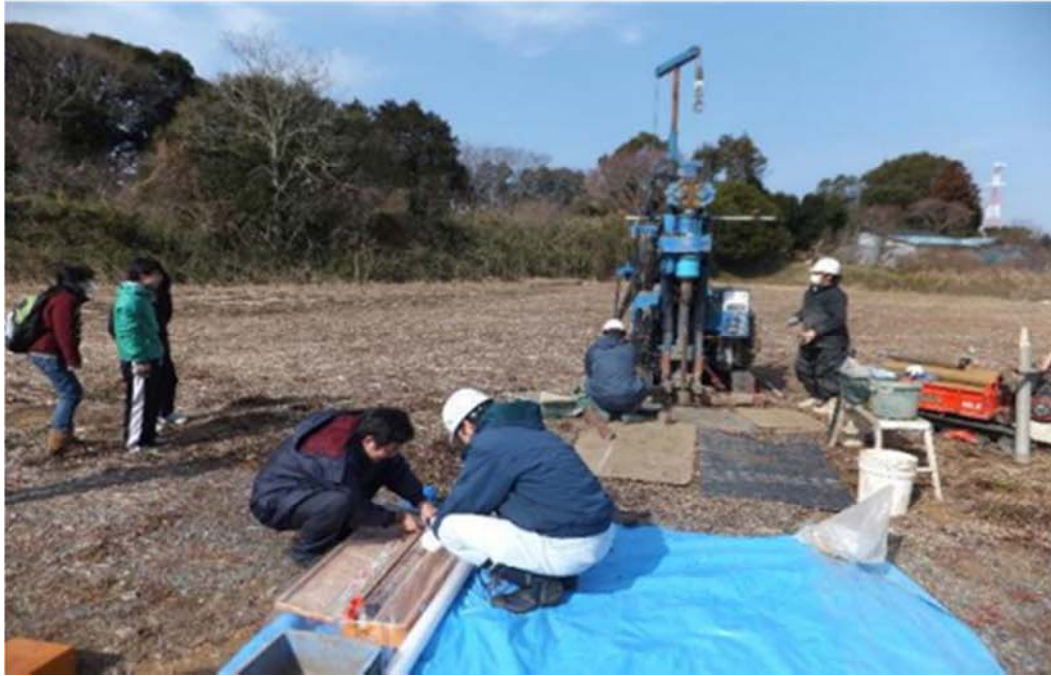


1980-2011(1992年の写真)
スイミングプール

現在 Google 裸地

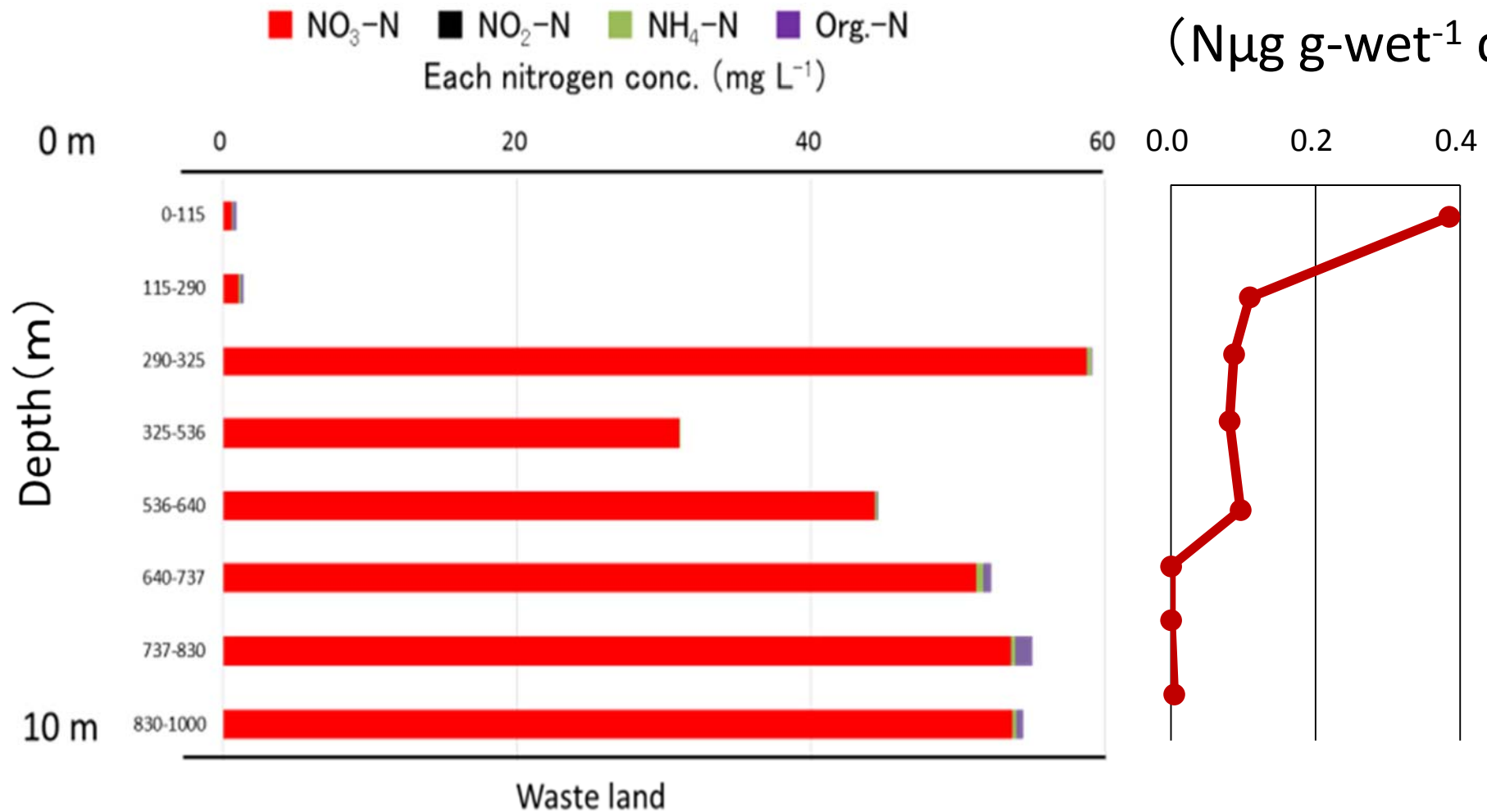


長期間にわたる土地利用変化



ボーリング調査 と サンプル

土壌の脱窒活性 ($\text{N}\mu\text{g g-wet}^{-1} \text{d}^{-1}$)



土壌間隙の各態窒素濃度と脱窒活性(茨城県と共同研究)

鉾田市観光協会ホームページより

(<http://www.k-hokota.com/page/page000160.html>2018年6月14日参考)



鉾田市は全国でも有数の農業王国です。温和な気候のもとで施設園栽培が盛んに行われており、様々な種類の農作物が栽培されています。

中でも、**メロン・みず菜・さつまいも(かんしょ)・ごぼう**は**全国一位**の産出額を誇ります。さらに、**いちご・トマト・にんじん・大根・やまいも・パセリ・ほうれん草**の産出額は県内第一位と、首都圏の食物供給を担っています。

非吸収窒素量

- ・ 総投入窒素量＝化学肥料窒素量－有機肥料窒素量
- ・ 非吸収窒素量＝総投入窒素量－作物吸収窒素量

	化学肥料 kg	堆肥 kg	総投入 窒素量 kg	面積 ha	当面積 窒素量 Kg/ha	作物吸収 窒素量 kg/ha	非吸収 窒素量 kg/ha
メロン	118,567	139,308	257,868	988	261	122	139
さつまいも	69,900	25,630	95,530	2,330	41	112	-72
ごぼう	117,810	23,562	141,372	693	204	95	109
イチゴ	25,250	39,087	64,328	101	636	148	488
トマト	58,625	101,840	160,465	335	479	236	243

茨城県

地下水窒素濃度推定値

- 鉾田年間平均降水量1,395.1 mm (約1,400 mm)
- 年間推定蒸発散量約700 mm
- 浸透量約700 mm
- 地下水窒素濃度＝非吸収窒素量÷7,000 m³

	非吸収窒素量 kg ha ⁻¹	地下水窒素濃度 mg L ⁻¹
メロン	139	19.9
さつまいも	-72	-10.2 ? 窒素固定
ごぼう	109	15.6
イチゴ	488	69.7
トマト	243	34.7

霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画から

処理形態別排出原単位 =

発生源単位 × (1 - 畜舎揮散率) × (1 - 処理過程揮散率) × 流出率 × 溶脱率

豚の発生源単位

同時処理		35.7 g頭 ⁻¹ 日 ⁻¹
分離処理	堆肥	8.5 g頭 ⁻¹ 日 ⁻¹
	液肥	27.2 g頭 ⁻¹ 日 ⁻¹

畜舎揮散率0.1

処理過程揮散率(堆肥 0.09 液肥 0.22)

流出率 0.72

溶脱率 0.24

$(1-0.1) \times (1-0.09) \times 0.72 \times 0.24 = 0.14$ or 0.12(液肥)

流出率 × 溶脱率 = 17.3% これだけで排出負荷が17.3%になる

J.Shenらのオーストラリアビクトリア州の調査によると,
17,500頭飼育場 (feedlot) から1 km以内に53.9 Nトン年⁻¹の
NH₃揮散からの乾性沈着量を推定している.

仮に霞ヶ浦肉牛の発生負荷 138.0 g頭⁻¹日⁻¹を適用すると,
発生負荷量の約6%のNH₃揮散による乾性沈着が畜舎1 km以内で起こっている
ことになる.

畜舎揮散率から計算すると88.1 Nトン年⁻¹となっている.

文献

J. Shen, D. Chen, M. Bai, J. Sun, T. Coates, S.K. Lam, Y. Li:
Ammonia deposition in the neighbourhood of an intensive cattle feedlot in Victoria,
Australia,
Scientific Reports, Vol. 6, pp. 32793, 2016.

現在の処理形態では、流出率や溶脱率はない

揮散も畜舎近傍に乾性沈着または湿性沈着する

当然、どの段階でも脱窒による減少があるが、もしこれが無いとしたら

排出負荷量は、発生負荷量で考えるのが適当

畜舎揮散率0.1

処理過程揮散率(堆肥 0.09 液肥 0.22)

流出率 0.72

溶脱率 0.24

排出負荷量＝

$(1-0.1) \times (1-0.09) \times 0.72 \times 0.24 \times \text{年発生負荷量} =$

$0.14(\text{堆肥}) \times \text{年発生負荷量} \text{ or } 0.12(\text{液肥}) \times \text{年発生負荷量}$

排出負荷量＝

$(1-0.0) \times (1-0.00) \times 1.0 \times 1.0 \times \text{年発生負荷量} = \text{年発生負荷量}$

地下水水質を 10 mgL^{-1} 以下にするためには

- 発生負荷量 $786,756 \text{ kg}$ 畑地面積 $1,950 \text{ ha}$
- 面積当たり窒素量 403 kg ha^{-1}
- 作物吸収量概算 155 kg ha^{-1}
- 地下水窒素濃度 35.4 kg ha^{-1}

- 地下水窒素濃度 10.0 mgL^{-1} 以下にするために
- 作物吸収量概算 155 kg ha^{-1}
- 面積当たり窒素量 225 kg ha^{-1}
- 発生負荷量 $438,750 \text{ kg}$ ($348,006 \text{ kg}$ 削減が必要)

化学肥料窒素のみで栽培した場合の必要窒素施用量(A)

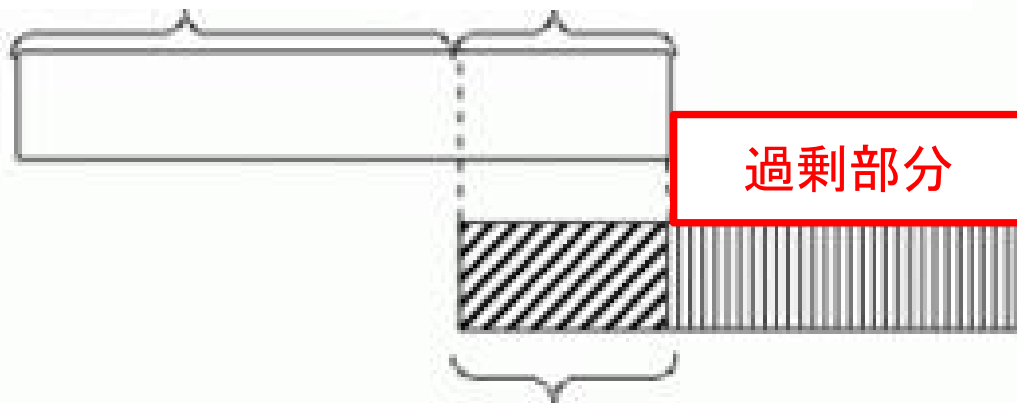
化学肥料のみ
の場合



化学肥料の一
部を家畜ふん堆
肥で代替した場
合

化学肥料窒素
施用量(B)

家畜ふん堆肥で化学肥料を
代替する量(C)



過剰部分

化学肥料窒素に換算した量(C)

家畜ふん堆肥の全窒素量(D)

$$\text{窒素代替率(\%)} = C \div A \times 100$$

$$\text{窒素肥効率(\%)} = C \div D \times 100$$

「環境にやさしい施肥基準」(平成12年9月) 千葉県?

図 化学肥料と堆肥の代替問題

家畜排せつ物対策

飼養頭数密度の大きな集水域は窒素濃度が高い

例：志村・田渕(1996)「養豚飼養頭数密度と河川水窒素濃度との関係」農業土木学会論文
集182, 193-199

発生源対策：

『家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律』

野積み・素掘りの禁止

家畜排せつ物の管理(処理や保管)

家畜排せつ物の利用促進

鉾田川の例をみると、真逆の対策となった。

飼養頭数密度の大きな地域で、環境保全型農業を推進したマイナス面

流域面源対策：Nitrogen Footprint と水収支の観点から

飼料輸入 食料輸入
窒素輸入

農業対策

農地：食料生産

畜産ふん尿

畜産

灌漑

蓄積窒素化

排水

高濃度化

水利用：流域外へ

「下流汚染蓄積型湖沼」
急激な富栄養化

水道

高濃度化

下水道

食品

大都市圏

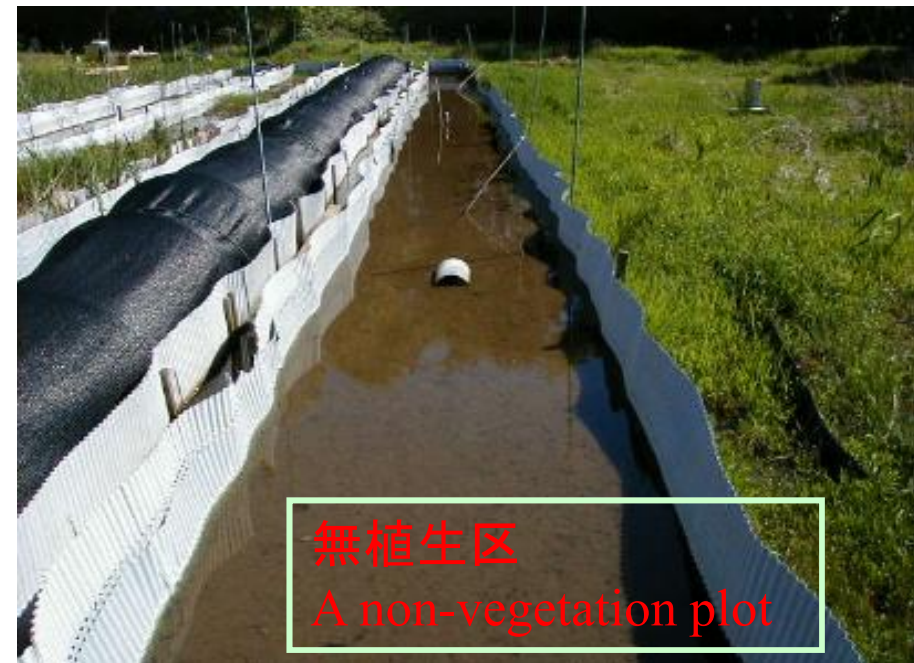
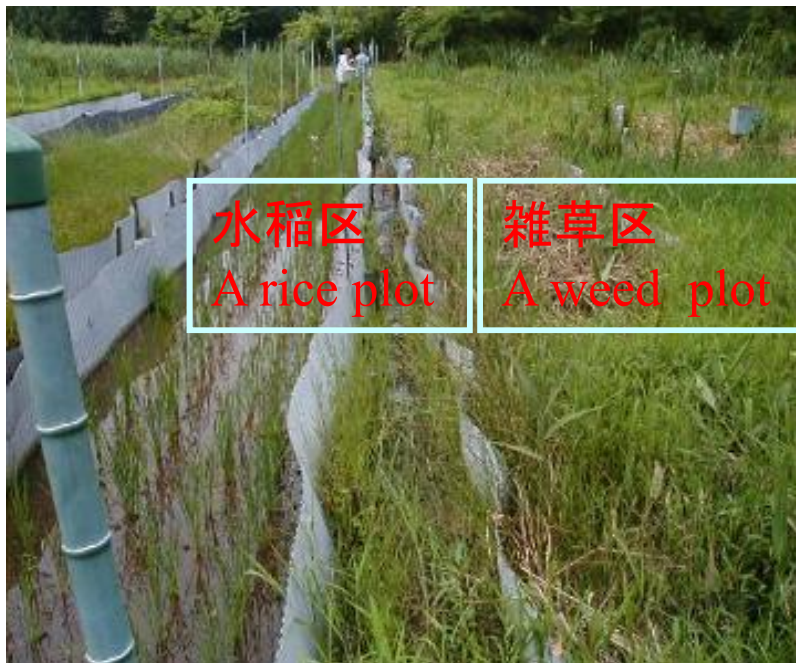
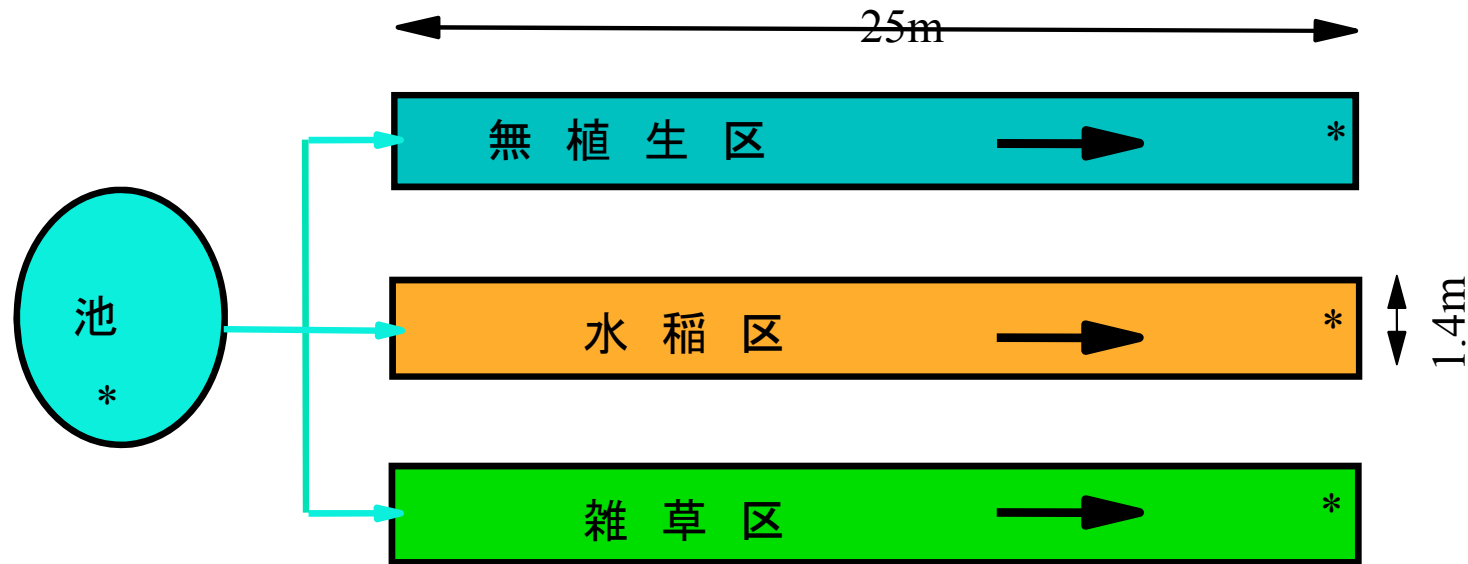
食の欧米化
タンパク質過剰摂取
生活習慣病の発症

住民

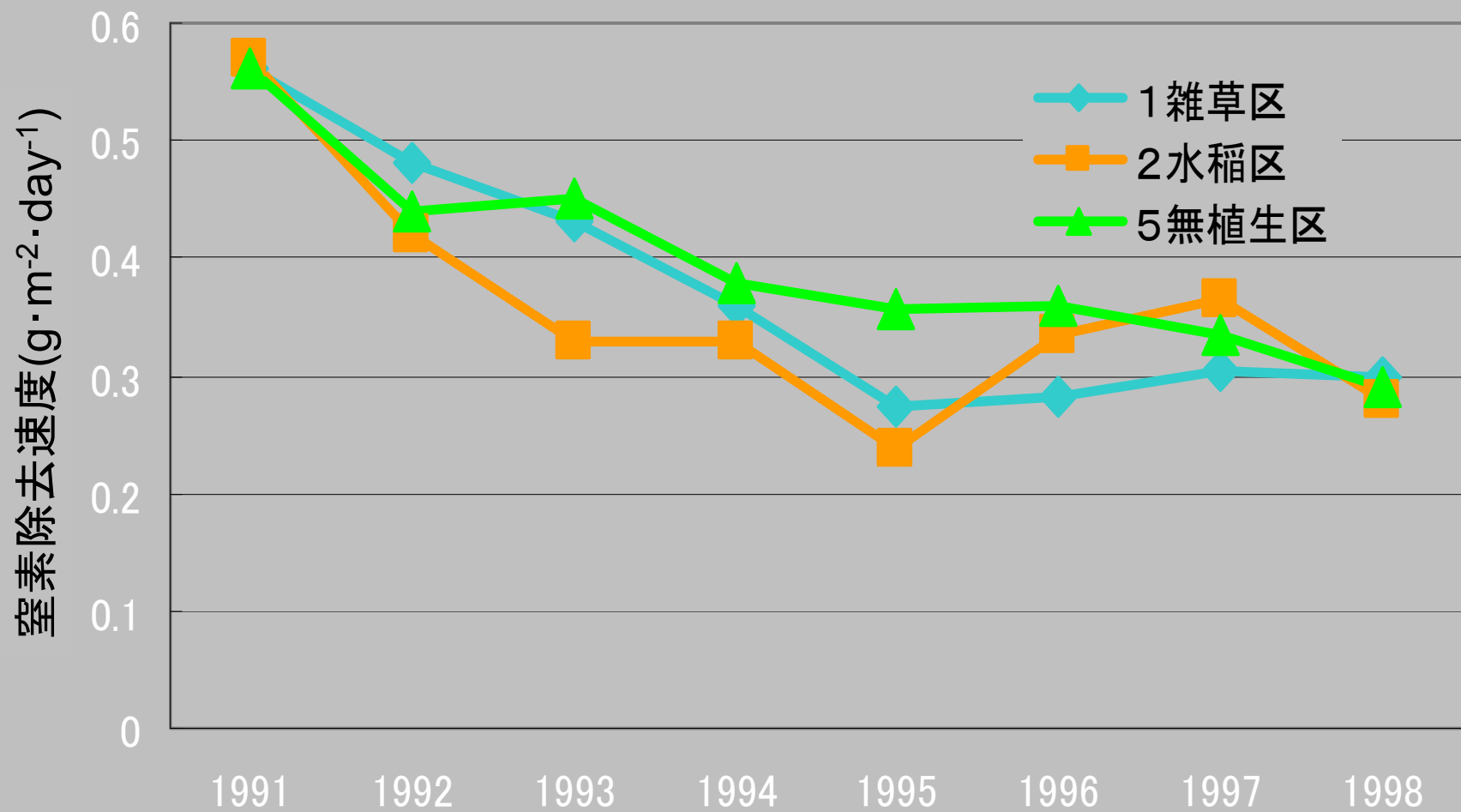
流域管理からの解決策



低地・湿地の脱窒による窒素除去



植生による窒素除去速度



家畜排せつ物対策

これまでの対策

迷惑物としての見方

点源対策として、堆肥化や処理を行う。

今後の対策

資源としての見方

窒素・エネルギー循環から見直す

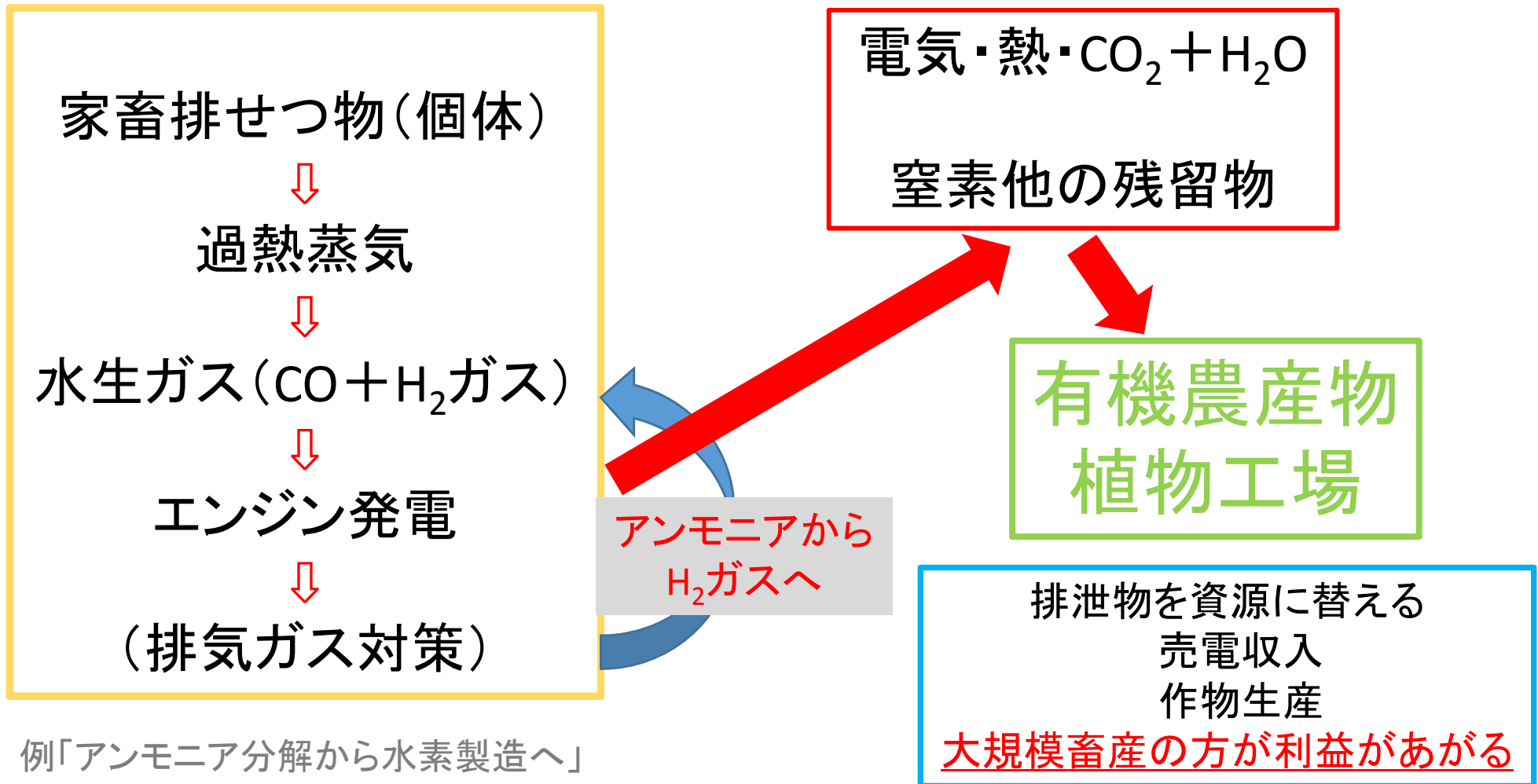
資源としての見方への転換

- アンモニア揮散 → アンモニア回収 (溶解度が高い)
有機農家は即効性の化学合成肥料以外の肥料を欲している

- ガス化エネルギー変換システムへの利用
ガス化 (CO, H₂ さらに NH₃ から H₂ ガス) 発電

副産物 (電気, 熱, CO₂ + 栄養塩) を使い植物工場
(既存技術の組み合わせで可能)

おわりに



例「アンモニア分解から水素製造へ」
西岡将輝・佐藤剛一・毛利安希, アンモニア
分解による水素製造へのマイクロ波加熱の
利用, 化学工学Vol.82 No.5(2018)258-260

課題: 尿から資源をいかに取りだすか