

環境負荷低減をめざした水稻栽培技術の体系化と

GIS を利用した負荷予測モデルによる検証

—先端技術を活用した農林水産研究高度化事業の研究成果報告—

滋賀県農業技術振興センター(研究総括者) 柴原 藤善

1. 研究の概要

近畿地域では、1400 万人の貴重な水資源である琵琶湖の富栄養化防止や農業用ため池（兵庫県の数 44000 は全国一）の水質保全が重要な課題になっている。

このような中で、農地からの栄養塩類（肥料成分、代かき濁水等）の流出も汚濁の一因となっており、近畿府県では独自に特別栽培米（化学肥料と化学合成農薬の使用量を通常の 5 割以下に削減）等の認証制度を設けて推進している。特に滋賀県では、2004 年度から環境農業直接支払制度を全国に先駆けて導入しており、環境負荷低減技術の取組効果の定量的な評価手法の開発が急務の課題となっている。

このため、近畿 4 府県の研究機関が大学・独法と連携して、農林水産省「先端技術を活用した研究高度化事業（地方領域設定型研究、2005～2007 年度）」に取り組み、耕地面積の約 8 割を占める水田を対象に、水稻栽培における環境負荷低減技術（特別栽培米）を体系化するとともに、ため池の水質管理技術を開発した。

また、琵琶湖・大阪湾流域における栄養塩類・農薬成分の流出負荷量予測モデルを開発し、GIS（地理情報システム）を活用して、これら技術の取組による負荷低減効果を定量的に評価した。

2. 実施機関

中核機関：滋賀県農業技術振興センター

共同機関：滋賀県琵琶湖環境科学研究センター、滋賀県立大学、大阪府環境農林水産総合研究所、奈良県農業総合センター、兵庫県立農林水産技術総合センター、（独）農研機構・近畿中国四国農業研究センター

3. 成果の内容

1) 水稻栽培における環境負荷低減技術の開発と体系化

化学肥料施用量（窒素成分）の目標を 4kg/10a 以下（通常 8kg/10a。10a=0.1ha）とし、有機質肥料の側条施肥、牛糞堆肥連用（2t/10a/年）、発酵鶏糞の基肥施用、緑肥鋤込み（シロカラシ）による化学肥料使用削減技術を確立した。

また、化学合成農薬使用量（延べ成分数）の目標を 7 成分以下（通常 14 成分）とし、除草剤使用削減を目指して（殺菌剤・殺虫剤は既往の成果で対応可能）、レーザー均平機や畦塗り等による漏水防止対策と合わせ、積算気温に基づく雑草発育予測法を開発し、低成分の一発除草剤の適期処理技術を確立した。

これら技術の養分・物質動態を解明し、経営評価を行った上で、慣行と同水準の収量（減収率 5%以内。コシヒカリの場合 540kg/10a）・品質を確保し、流出負荷低減効果の高い技術体系を確立した。

さらに、都市近郊（大阪湾流域）のため池水質を調査し、用水の窒素濃度に応

じた水稻減肥栽培技術（5ppm 以上では2割削減が可能）を体系化し、それぞれ栽培マニュアルを作成した。

2) GISを活用した環境負荷低減効果の定量評価モデルの開発

琵琶湖辺の代表的な農地河川（白鳥川、流域面積約 4000ha(40km²)、農地 57%）において、降雨時を含めた詳細な汚濁負荷量調査を行い、水田からの栄養塩類・農薬成分の流出負荷量予測モデルを開発し、GIS を活用して河川流域の流出負荷量・水質を予測するモデルを開発した。また、大阪湾流域の代表河川（大和川）において「ため池－水田－河川」の水質変化予測モデルを開発した。

本研究で開発した技術体系を現地（白鳥川流域等）に導入して、慣行と同水準の収量・品質を確保し、栄養塩類・濁水・農薬成分の流出負荷低減効果が高いことを実証した。さらに、水田の窒素浄化機能が向上していることも認めた。

琵琶湖集水域（約 3000km²、農地 23%(水田 22%)）において、GIS を活用し、環境負荷低減技術の面的な取組による水稻作付期の窒素流出負荷量の低減効果を予測した結果、滋賀県の政策目標である取組面積率 30%の場合、水田単独では 14%、琵琶湖流域全体では 2%の負荷低減が可能と評価された。

大阪湾流域では、水田によるため池・河川の水質浄化効果が高いことが予測・評価され、都市近郊における水田の多面的機能の一端が明らかになった。

4. 成果の普及状況・波及効果

本研究で開発した技術体系を速やかに普及させ、2007 年度から導入された国の環境農業直接支払制度（農地・水・環境保全向上対策）の取組面積は滋賀県が全国一（水稻 8,893ha、作付面積の 26%）となり、農政の推進に貢献した。近畿 4 府県での普及面積は約 1 万 ha に達し、更なる増加と全国への波及が期待される。

GIS を活用した流出負荷予測モデルは、流域の水質保全計画策定や環境保全型農業の施策評価にも利活用できる。

今後、近畿地域における環境保全型農業の一層の推進、水環境と調和した水田農業の維持・発展、水資源・水辺環境の保全などへの貢献が期待される。

5. 今後の課題

本研究では、主要な水稻を対象に、環境負荷低減技術の開発とその取組効果の評価に一体的に取り組んだ結果、定量的な調査・解析を通じ、圃場レベルから流域全体での評価に至る道筋が開けた。これにより、技術開発の課題と方向性が明確になり、社会への説明責任も果たせるので、さらに研究を継続し、発展させていく必要がある。

現在、地球規模での食料・環境・エネルギー問題が相互に関連し、深刻化している。持続可能な社会を築くためには、流域管理の中で資源・環境保全戦略を立てる必要があり、その中で水田農業の果たす多面的な機能を十分に発揮させ、農業・農村を維持・発展させることが重要と考える。

琵琶湖・大阪湾流域は、これらの問題を考える上でモデルとなる土地利用・農業・水環境にあり、本報告が今後の水田農業のあり方を市民と一緒に考え、共感できるきっかけになれば幸いである。

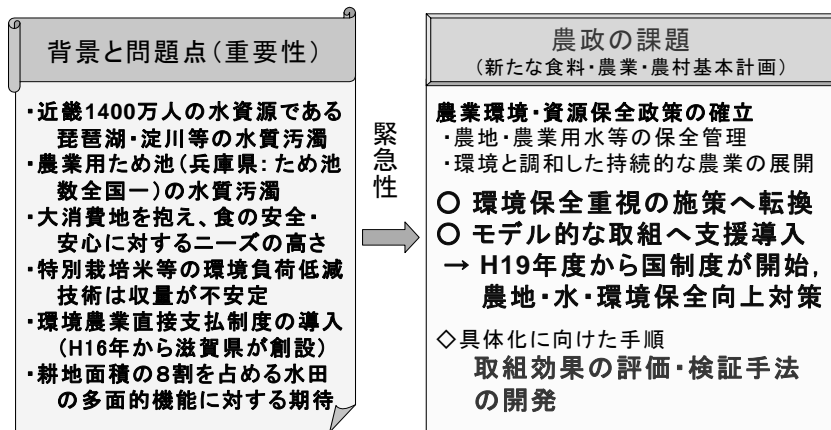
No.1
研究概要

近畿地域の水稻の環境負荷低減技術の体系化と負荷予測モデル開発(H17~19年)

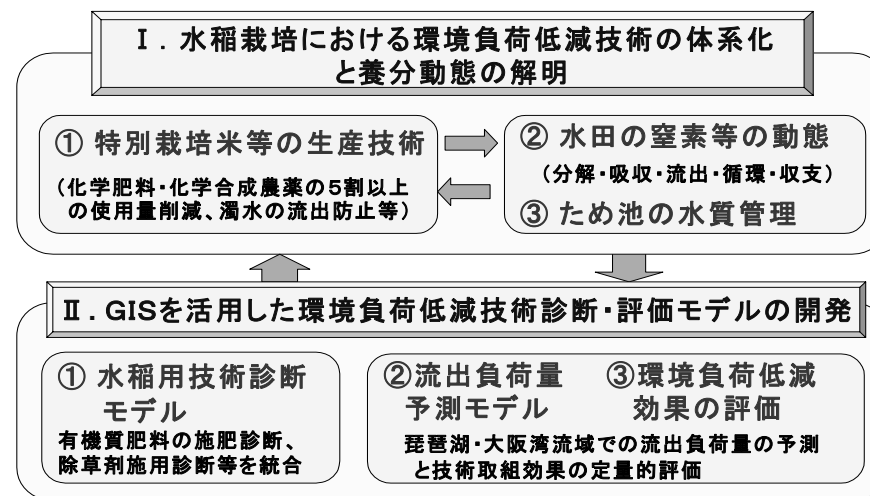
【研究目的・目標】 近畿地域では、琵琶湖の富栄養化防止や農業用ため池の水質保全が重要課題となっている。このため、近畿農業の主体となる水稻栽培において、環境負荷低減技術(化学肥料と化学合成農薬の使用量を通常の5割以下)の体系化、ため池の水質管理技術の開発を行う。また、琵琶湖・大阪湾流域を中心に、水田からの栄養塩類・農薬成分の流出負荷量予測モデルを開発し、GISを活用して環境負荷低減技術の取組による効果を定量的に評価する。

中核機関： 滋賀県農業技術振興センター
共同機関： 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター、滋賀県立大学、大阪府環境農林水産総合研究所、奈良県農業総合センター、兵庫県立農林水産技術総合センター、近畿中国四国農業研究センター

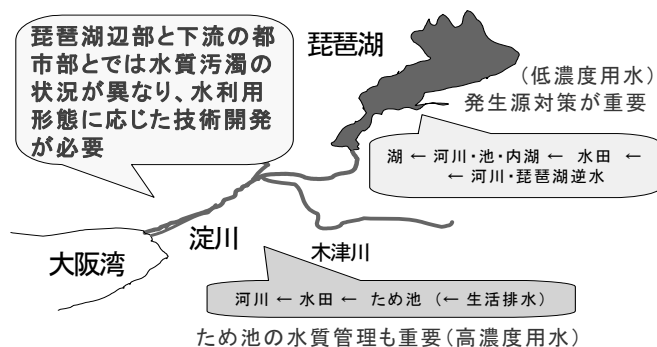
研究の重要性と緊急性



研究内容



近畿の流域府県が連携して取り組む必要性



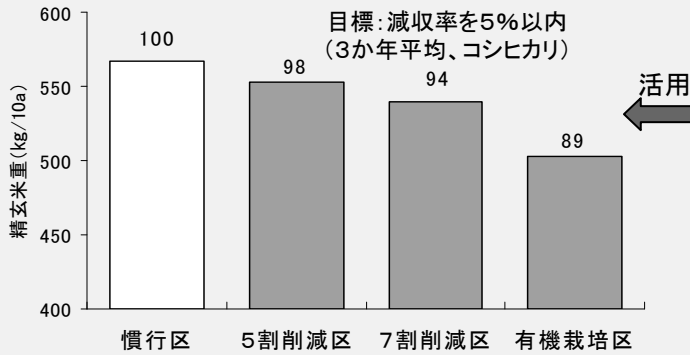
研究の波及性、期待される効果

- ◆ 琵琶湖流域・大阪湾流域の環境保全型農業の推進
 - ① 各府県のビジョン(滋賀:H22年に水稻作付面積の20%目標、H18年15%達成)に基づき、面的な取組効果を定量的に評価
 - ② 国の環境農業直接支払制度(H19年~)の推進に貢献
- ◆ 都市近郊地域における水田農業の維持・発展
水資源・水辺環境の保全、安全・安心な水の持続的供給に貢献

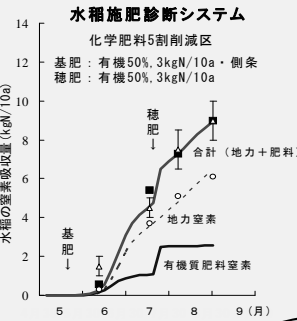
中課題1：水稲栽培における環境負荷低減技術の体系化と養分動態の解明

水稲栽培における環境負荷低減技術の体系化

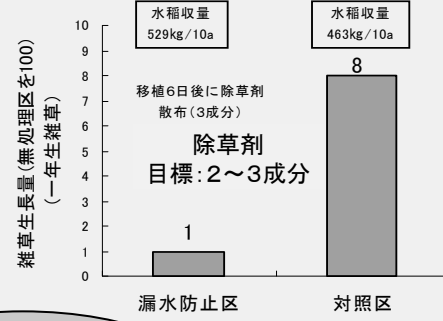
化学肥料の使用削減
(窒素 8 → 4kg/10a以下)



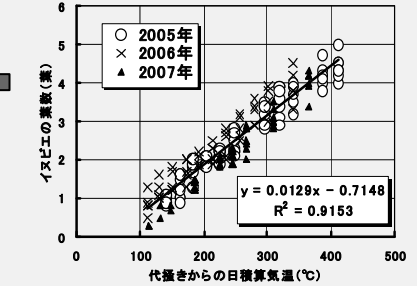
地力に応じた最適施肥量を診断



化学合成農薬の使用削減
(延べ14 → 7成分以下)



雑草の発生消長を積算気温から推定し、除草剤の散布適期を診断



有機質肥料の側条施肥、牛糞堆肥施用、緑肥(シロカラシ)鋤込み、発酵鶏糞施用等の施肥低減技術を開発・実証

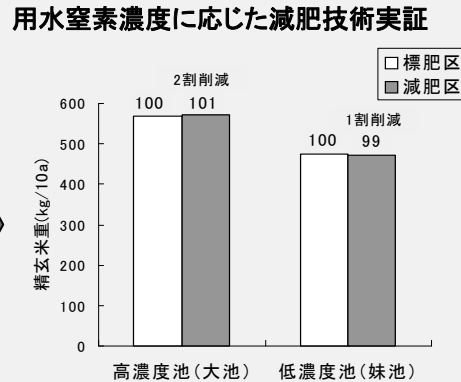
技術の体系化
(国の環境農業直接支払制度の対象)

レーザー均平機、畦塗機等の漏水防止技術と低成分除草剤の適期処理技術を開発・実証

ため池水質を考慮した肥培管理(大阪湾流域)

ため池の水質実態調査

	高濃度池 (大池)	低濃度池 (妹池)
用水の平均窒素濃度 (mg/L)	6.7	3.0
用水からの窒素供給量 (kgN/10a)	8.5	4.0
用水窒素の吸収量 (kgN/10a) (利用率20%と仮定)	1.7	0.8



用水の窒素濃度レベルに応じた肥培管理技術を開発・実証

水田の養分動態解明

水稲作付期の流出負荷量低減効果(現地試験)

流出負荷量 (kg/ha)	慣行区	実証区 (5割削減)	削減率 (%)
T-N	15.0	10.9	27
T-P	3.0	1.8	39
SS(濁水)	217	99	54
農業成分(合計)	0.070	0.014	80
精玄米重(kg/10a)	566	544	—

有機質肥料等の窒素動態を解明し、流出負荷の低減効果を実証

(経営 評価)

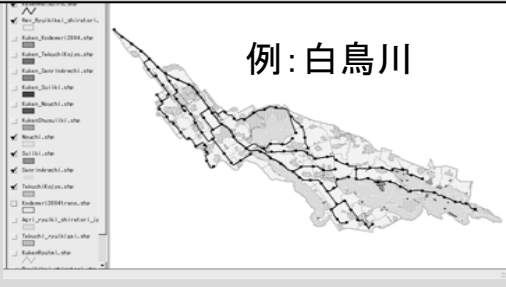
水利用形態の異なる琵琶湖と大阪湾の両流域で、流出負荷低減効果の高い水稲栽培技術を確立し普及。H19年度開始の国制度取組面積は、滋賀県が10,367haで全国1位(水稲8,893haで栽培面積の26%)。

中課題2：GISを活用した環境負荷低減技術診断・評価モデルの開発



琵琶湖流域の農地
河川(白鳥川流域
約4,000ha)からの
栄養塩類・農薬の
流出負荷量を把握

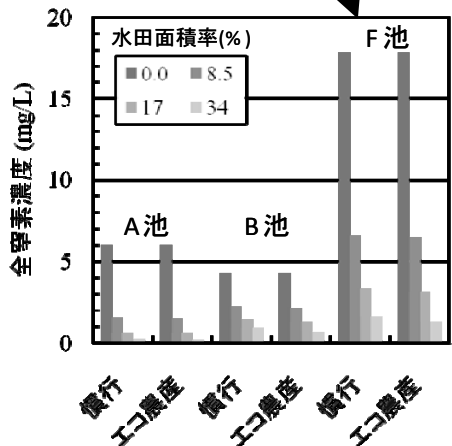
GISによる土地利用類型化



例：白鳥川

大阪湾流域の
「ため池-水田-
河川」の水質
実態と農薬の
動態を把握

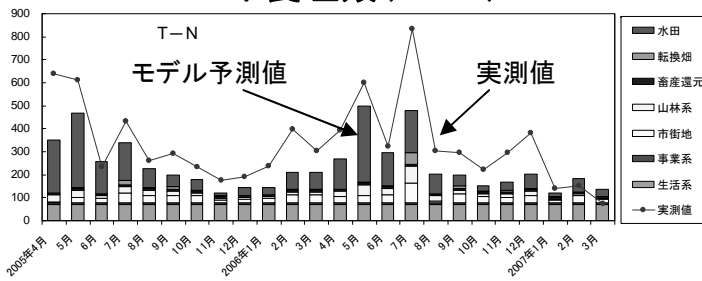
「ため池-水田-河川」の窒素
水質予測モデルを開発、検証



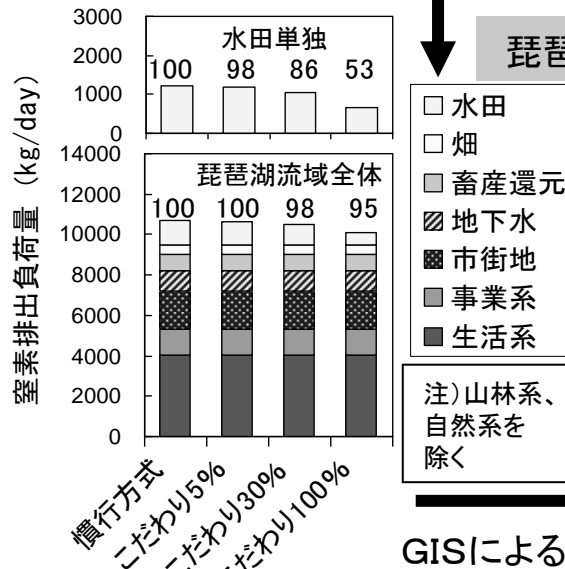
水田面積率(現況17%)が
半減すると、ため池・河川の
水質悪化が予測される。

水田の浄化
機能も評価

栄養塩類(T-N)



栄養塩類・農薬の流出予測モデル
を開発し、白鳥川流域で検証

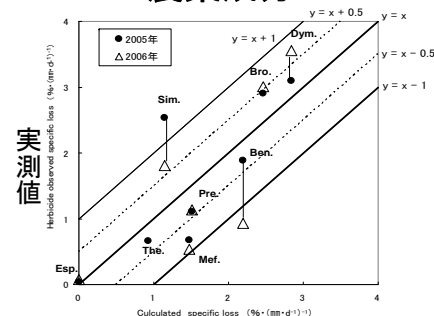


琵琶湖流域

環境に
こたわり
農業の
取組
効果を
評価

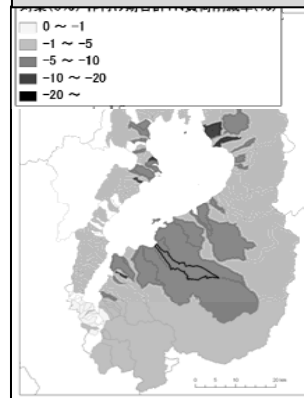
GISによる可視化

農薬成分



比流出率(流出率/浸透量)
の予測値

作付期合計TN負荷削減率(%)
対策：環境にこたわり100%



河川流域毎に水稲作付
期の窒素流出負荷量の
削減率を表示(濃淡)

琵琶湖・大阪湾流域における農業系負荷の各種削減対策の取り組み効果や水田の浄化機能を定量的に評価できる予測モデルを開発した。琵琶湖集水域では、H22年の取組面積目標を30%に上方修正し、その場合には窒素の流出負荷低減率(水稲作付期。山林・自然系を除く)が流域全体で2%、水田単独で14%と予測・評価された。今後、施策の評価と環境保全型農業の推進に寄与すると期待される。

近畿府県の環境負荷低減技術の認証制度

滋賀県：環境こだわり農産物

化学肥料と化学合成農薬の使用量を通常の5割以下に削減し、琵琶湖と周辺環境への負荷を削減する技術。

条例制定、環境農業直接支払制度 (H16年～, 水稻5000円/10a)

兵庫県：ひょうご安心ブランド農産物

化学肥料と化学合成農薬の使用量削減。残留農薬の自主検査 (国基準の1/10以下)

大阪府：大阪エコ農産物

化学肥料と化学合成農薬の使用量を通常の5割以下に削減。

条例制定 (H19年)。

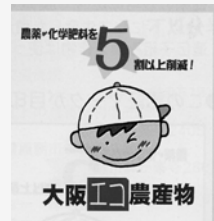
滋賀県



兵庫県



大阪府



病害虫防除

種子消毒

除草剤 (初期～中期)

殺菌剤 (いもち、紋枯等)

殺虫剤 (ウンカ、カメムシ等)

化学合成農薬の使用延べ成分数 慣行14成分 → 特別栽培米7成分以下

施肥

基肥

追肥

穂肥

化学肥料使用量 慣行8kg/10a → 特別栽培米4kg/10a以下 (窒素成分)

水稻の生育



稲イラスト: 自然の中の人間シリーズ (農文協)

水管理

入水・代かき

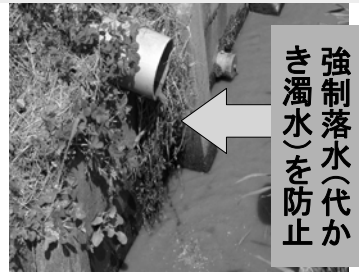


図 水稻の生育と栽培暦 (施肥、病害虫防除、水管理)

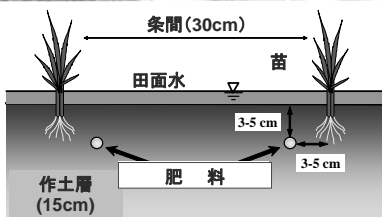
化学肥料の使用削減技術(施肥・水管理改善)



水田ハローによる浅水代かき



強制落水(代かき濁水)を防止



側条施肥(施肥田植機)の概念図
(肥料の田面水への溶出を抑制)

農業機械、肥料、農薬等の技術革新が貢献



側条施肥田植機(粒状肥料用)

環境負荷低減技術の現地実証と効果評価

(安土町東老蘇, 東近江市下羽田(白鳥川流域)まとめ)

作付期

環境負荷低減技術の取り組み

- ①水管理改善
- ②施肥改善
- ③農薬使用削減

水稻の収量は
同水準を確保

安定した流出負荷低減効果
(用水量・地表流出水量 20~30%)
(T-N 27~48%、T-P 14~39%、
SS 26~54%、農薬 60%以上)

非作付期

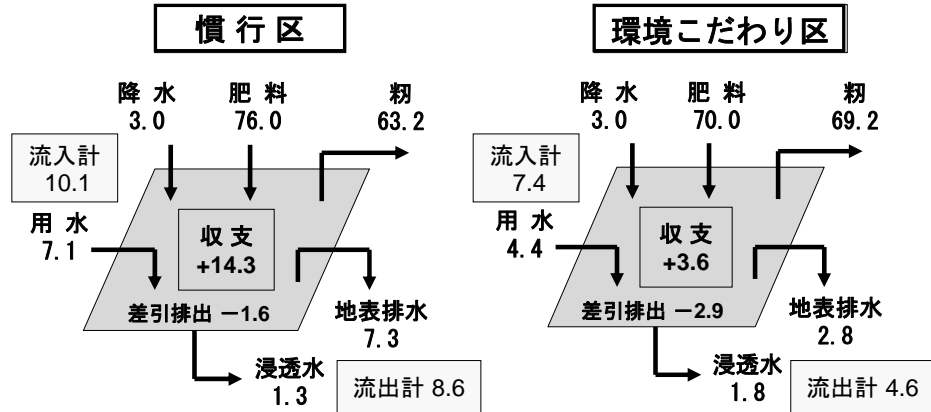
土壌管理法改善

- ①土壌診断に基づく
土づくり肥料の施用
- ②耕起時期の遅延

年間を通した流出負荷の
低減と養分収支の改善

琵琶湖集水域の農業系負荷予測や環境農業政策の評価に活用

水稻作付期の窒素収支(安土町、2か年平均)



収支 = 収入 (降水 + 用水 + 施肥) - 支出 (地表排水 + 浸透水 + 籾)

脱窒量および生物窒素固定量は収支に含めない。

稲わらは連年ほ場に還元されているので収支に含めない。

(-46%)

差引排出 = 流出 (地表排水 + 浸透水) - 流入 (降水 + 用水). + : 汚濁型, - : 浄化型
 → 環境こだわり農業の取組によって水田の浄化機能がさらに向上

地球環境時代の持続可能な社会を目指した 農業・農村の資源・環境保全上の課題 (食料、環境、エネルギーの問題が一体化)

- ◆ 環境保全型農業の技術開発と効果評価
 - ・ 農業・水利用形態の異なる集水域への広がり(空間軸)
 - ・ 農業形態・農法の持続性(時間軸)
 - ・ 化学指標(水質、負荷)に加え、生物指標(多様性)の開発
- ◆ 地球環境保全への貢献(土壌保護戦略)
 - ・ 土壌機能(物質循環、分解・浄化、生物多様性等)の発揮
 - ・ 土壌の炭素貯留機能等の評価・増進(低炭素社会)
 - ・ 持続可能な滋賀社会ビジョン(2030年、CO₂ 50%削減)
高度技術型社会 or 自然共生型社会
- ◆ 流域管理の中で考える資源・環境保全戦略
 - ・ 里地(水田等)、里山、里海(琵琶湖等)をつなぐ取り組み
 - ・ 農業・農村への都市住民・消費者の理解(地産地消)
 - ・ 有機農業推進法への対応(技術の確立と支援)
 - ・ 食の安全・安心確保(残留農薬、土壌汚染等)への対応