



みどりの食料システム戦略と土壌・肥料

窒素循環の再生で持続可能な農業生産を

元 茨城県農業総合センター 園芸研究所長

小川 吉雄

窒素循環の再生で持続可能な農業生産を

I あふれる窒素をどうする

- ・物質循環の破綻と環境影響
 - ・循環型農業と物質移動型農業
 - ・農耕地における窒素の動態
 - ・地球環境の限界指標(プラネタリーバウンダリー)

II 環境と調和した農業とは

- ・みどりの食料システム戦略
 - ・有機物還元による土づくり
 - ・土壌診断、栄養診断に基づいた施肥管理
 - ・輪作による肥料の効率的利用

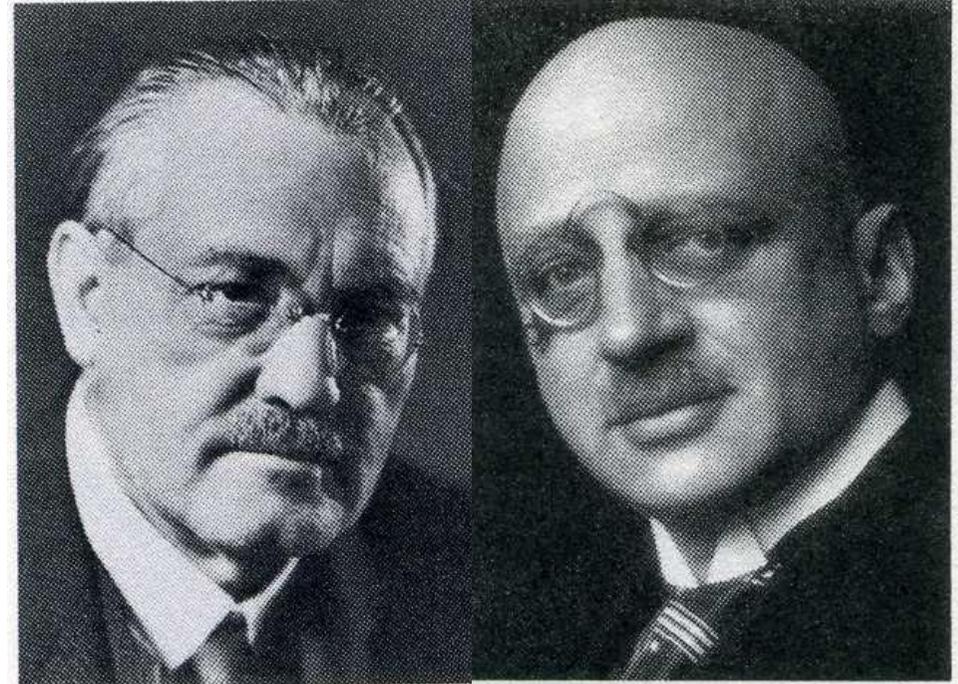
I あふれる窒素をどうする

アンモニアの合成は20世紀最大の発明

- 1909: スプーン4分の1
- 1911: 1-2 トン/日
- 1913: 10 トン/日
- 現在: 2.0 億トン/年
- 将来: 年間3~4%増加
- 現在の窒素肥料生産は
1.5~1.8 億トン/年(80~90%)

残りは樹脂と繊維

- 固定された窒素は、植物、土壌、水、大気、海洋、河川、湖沼、
人体に入り、**農業と環境と健康**に大きな影響を与えている。



カール・ボッシュ
(1874-1940)

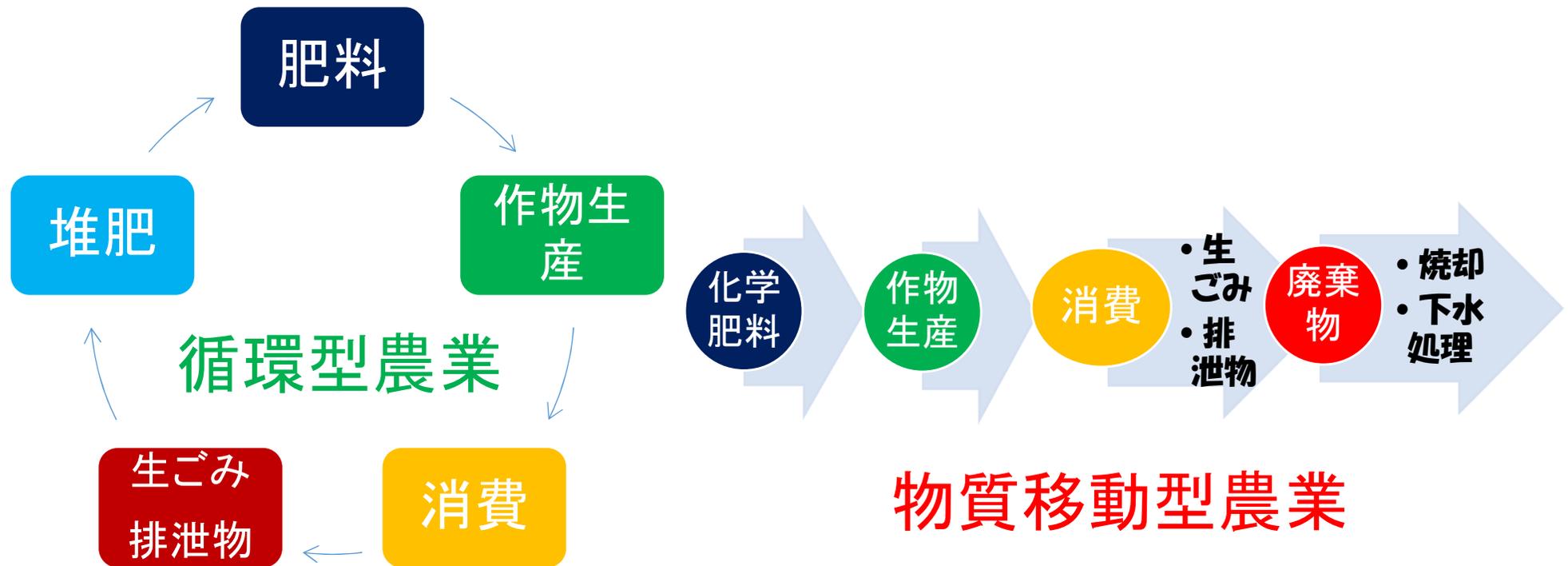
フリッツ・ハーバー
(1868-1934)

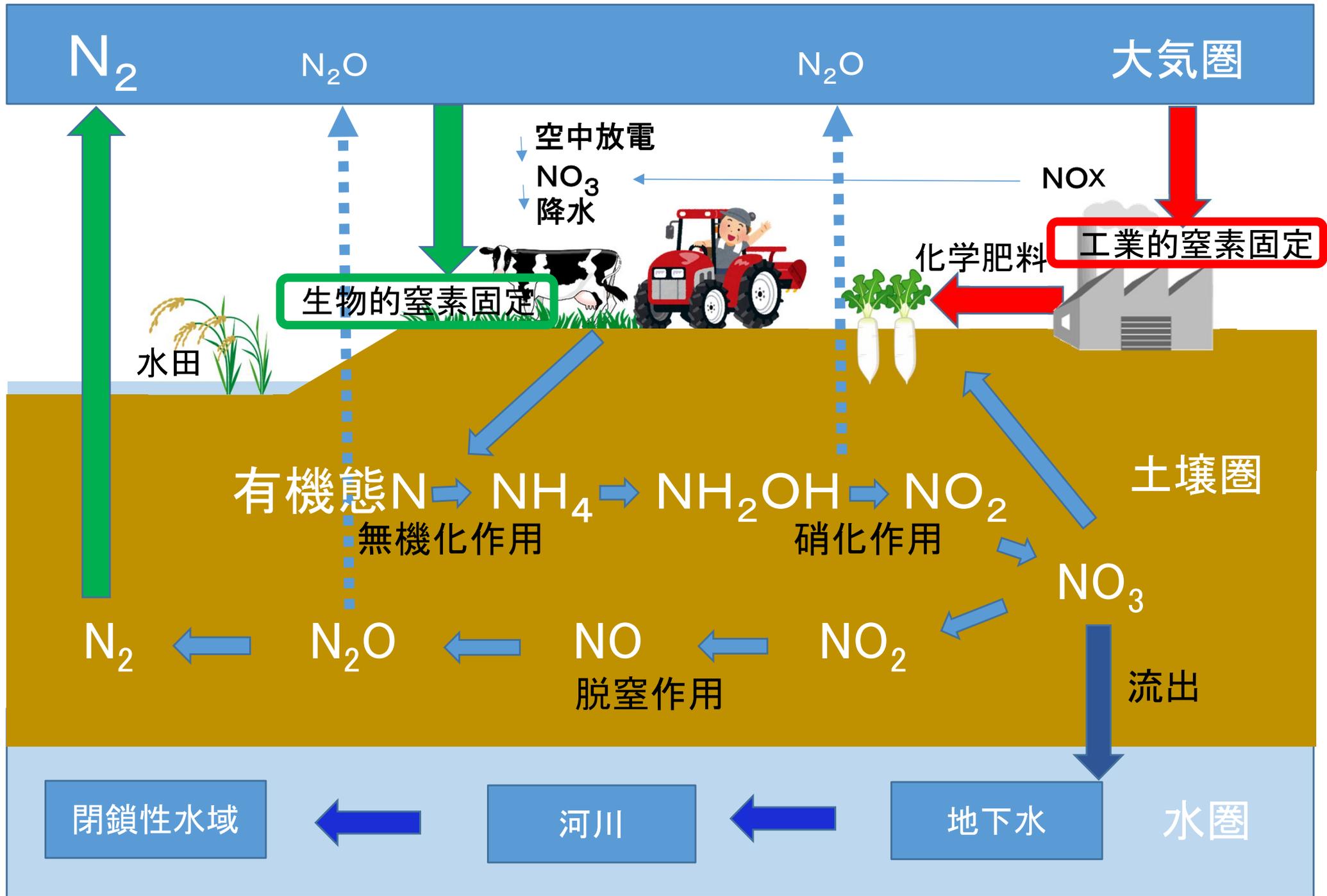
窒素循環の一例



循環型農業と物質移動型農業

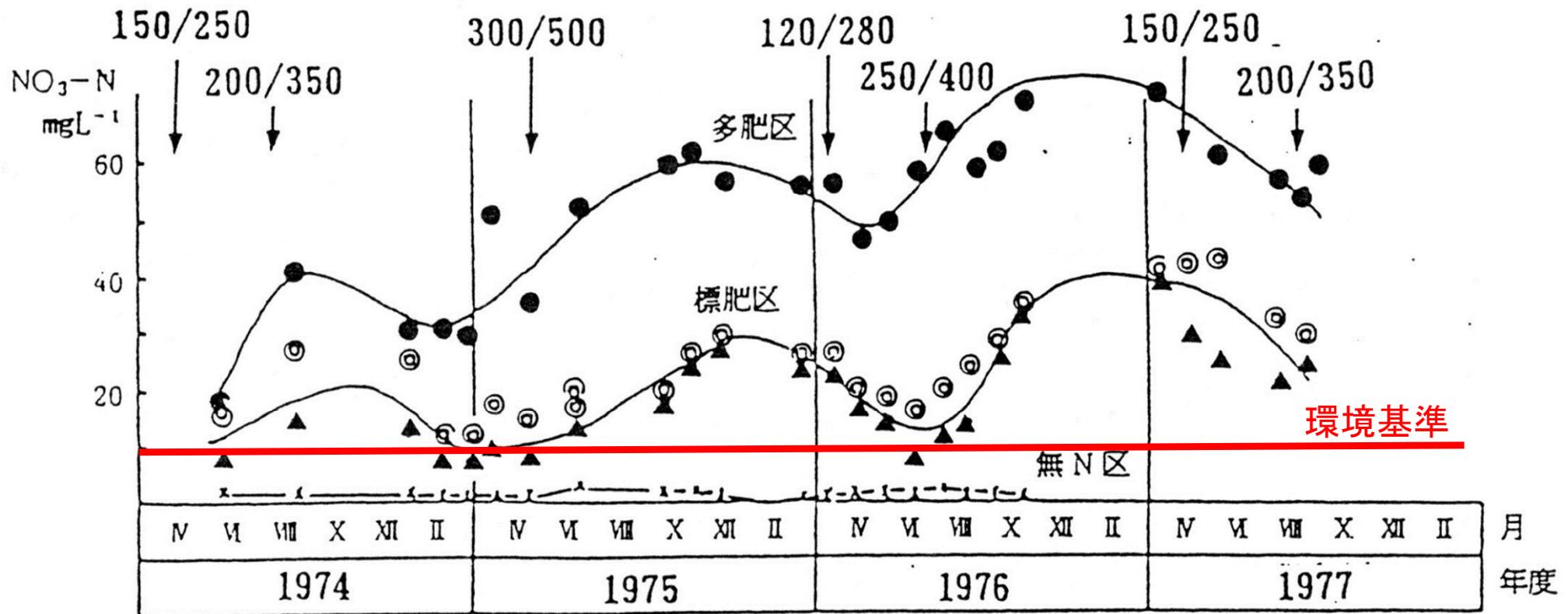
農業は大量生産、大量消費を効率よく実現するため、
物質を再利用する持続可能な循環型の農業から、
常に新たな物質の投入と過剰な物質の除去を必要とする物質移
動型の農業へと変化させ、壮大な資源の浪費を招いた。





農業環境における窒素の動態

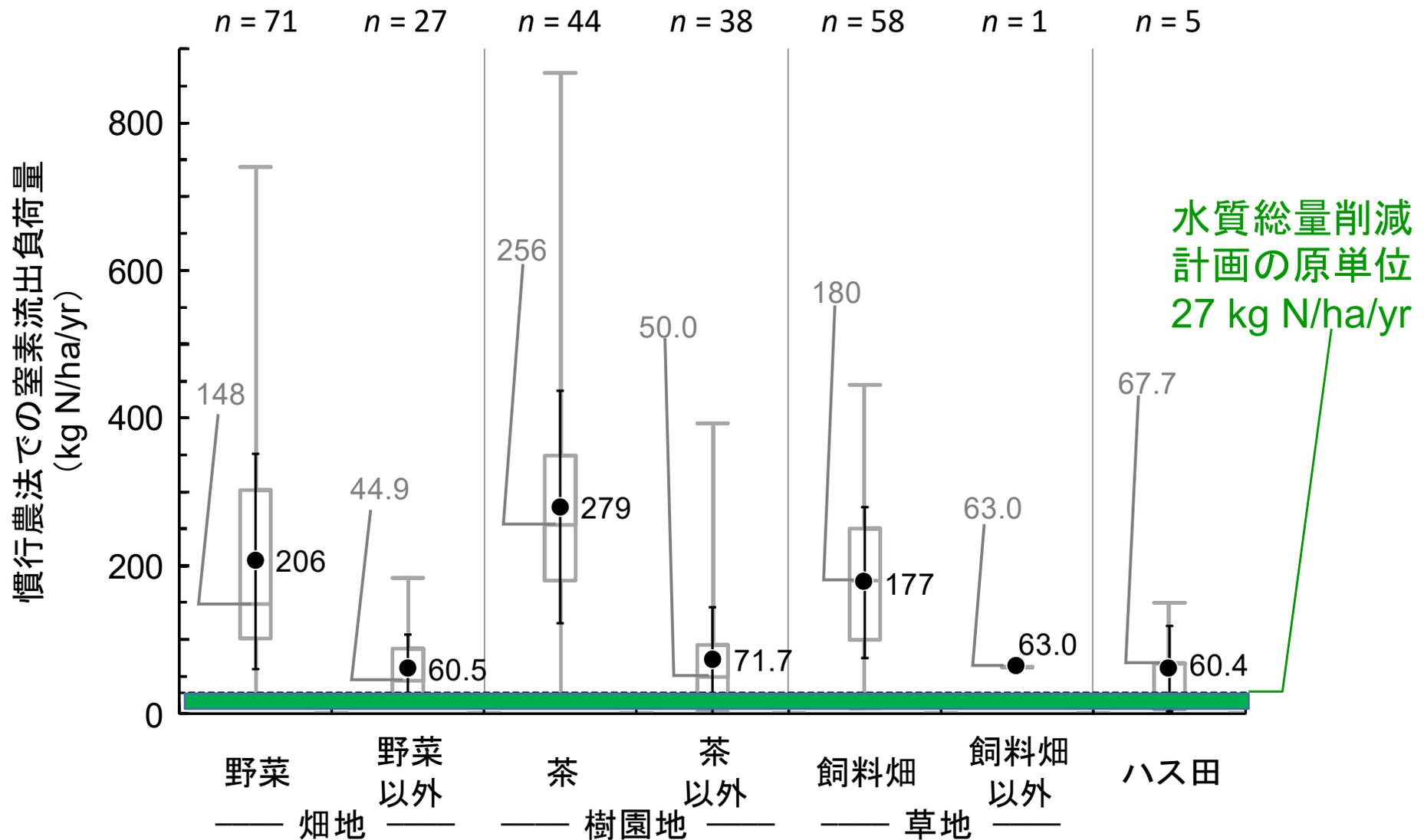
畑における浸透水中の硝酸態窒素の濃度変化



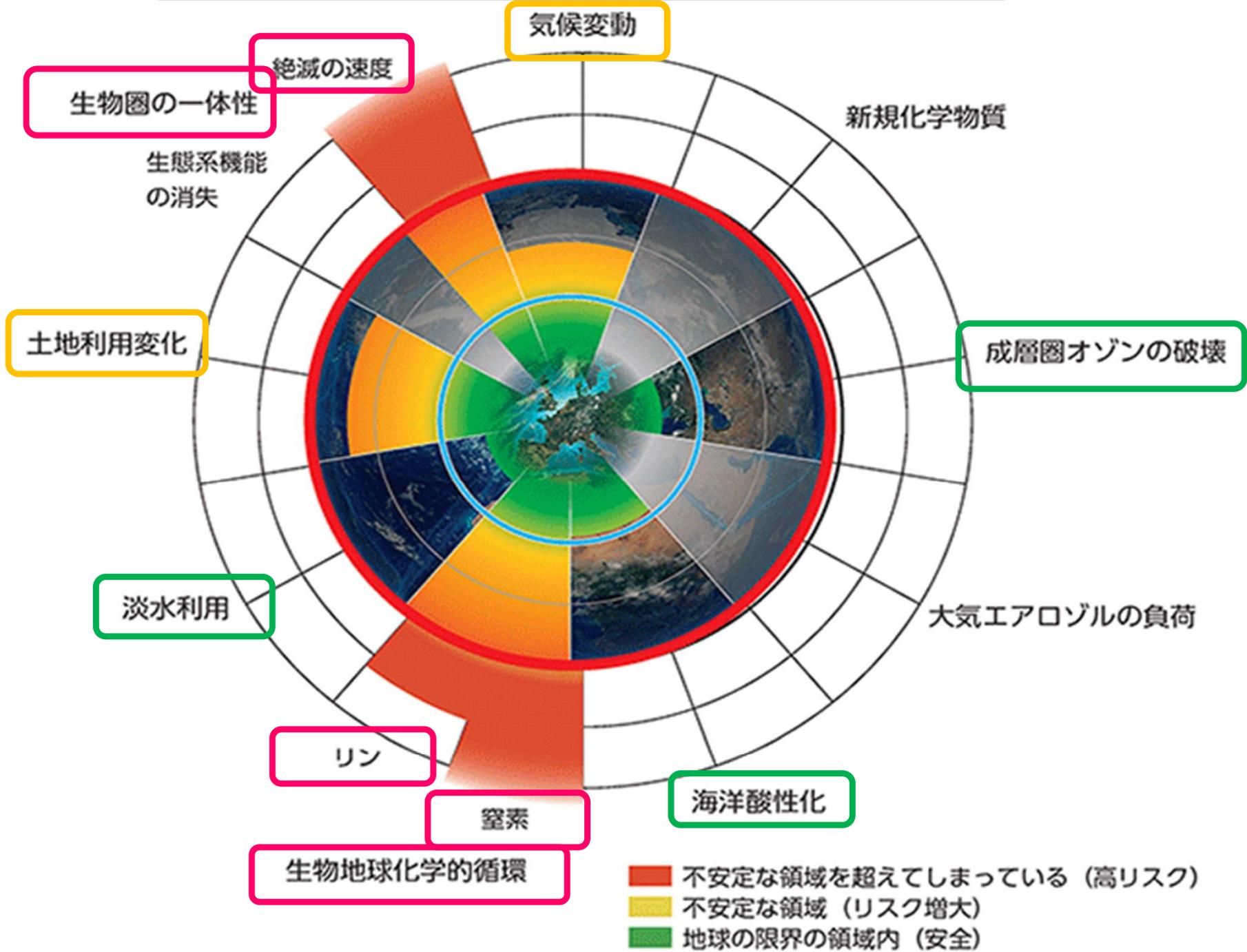
(注) 土壌：表層腐植質黒ボク土
 栽培作物：1974年 トウモロコシーハクサイ 1975年 グレインソルガム
 1976年 ダイコンーニンジン 1977年 トウモロコシーハクサイ
 ↓は施肥時期、分子は標肥区/分母は多肥区のN施肥量 (kg ha^{-1})を示した
 その他、耕種概要は茨城県の基準に準拠した

窒素流出負荷の文献データベース

地目・作目別の窒素流出負荷量（平均±標準偏差、箱ひげ図）



地球の限界(プラネタリー・バウンダリー)



～ みどりの食料システム戦略 ～

令和3年5月 農林水産省

SDGsや環境に対する関心が国内外で高まる中、EUは2020年に「ファームtoフォーク戦略」として2030年までに化学農薬(50%)・肥料(20%)の削減に向けた意欲的な目標を打ち出した。

2021年5月、食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現するという「みどりの食料システム戦略」が策定された。その中で土壌肥料的な課題として2050年を目途に次の2つがあげられている。

輸入原料や化石燃料を原料とした化学肥料を30%低減する

そのためには地力維持等を考慮した輪作体系の構築、堆肥等の有用資源を活用した施肥体系の確立、土づくりの高度化に向けた生物性評価の確立、肥効調節型肥料の高度化などがあげられている。

有機農業の取り組み面積を全耕地の25%(100万ha)に拡大する

オーガニック市場を拡大拓しつつ、次世代有機農業に関する技術を確立するため、堆肥の高品質化、堆肥を用いた新たな肥料の生産、堆肥の広域循環システムの構築、さらには有機性廃棄物(食品残渣、汚泥など)の肥料化等を進めるとしている。

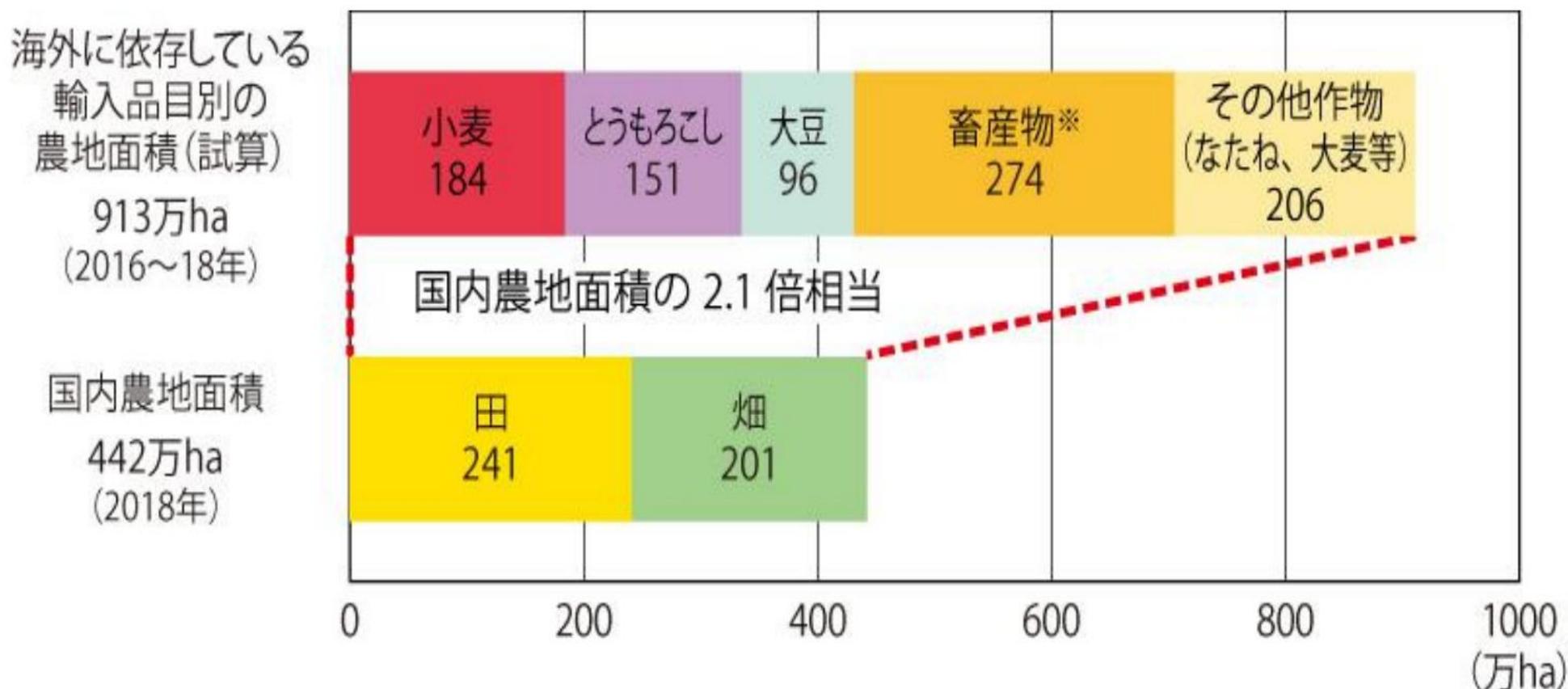
Ⅱ 環境と調和した農業とは

土壌本来のもつ機能を最大限利用する農業である

- 1) 土壌を環境資源として位置づける
- 2) 有機物還元容量に基づいた土づくり
- 3) 土壌診断・栄養診断による適正な施肥管理
- 4) 総合的病害虫雑草管理(IPM)による被害回避
- 5) さらに、適地適作、地域輪作を組み合わせた
「耕地管理のシステム化」が必要である

食飼料の輸入は肥料成分の輸入

わが国は国内農地面積の2.1倍の農地を海外に依存

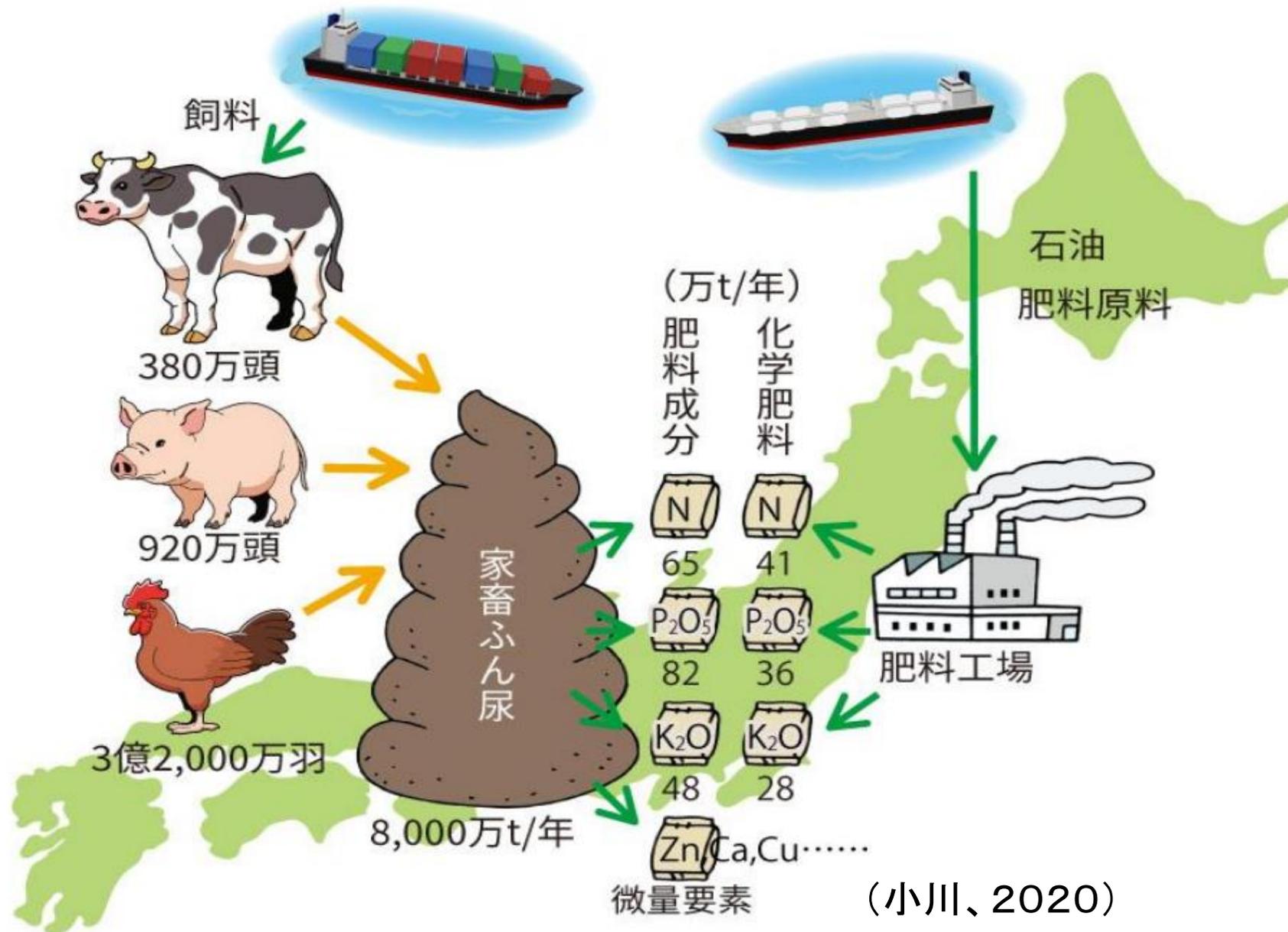


— 海外に依存している輸入品目別の農地面積(農水省、2022)

資料:農林水産省「食料需給表」「耕地および作付け面積統計」等をもとに農林水産省で試算

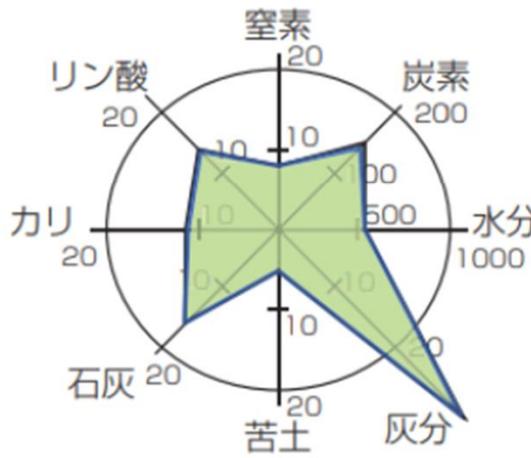
※輸入している畜産物の生産に必要な牧草・とうもろこし等の量を面積に換算したもの

家畜ふん尿の肥料成分と化学肥料の成分比較

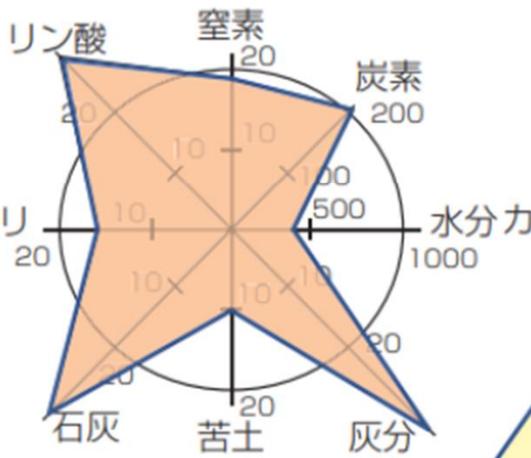


注) 肥料分量は家畜排せつ物発生量(農水省、2019)から算出

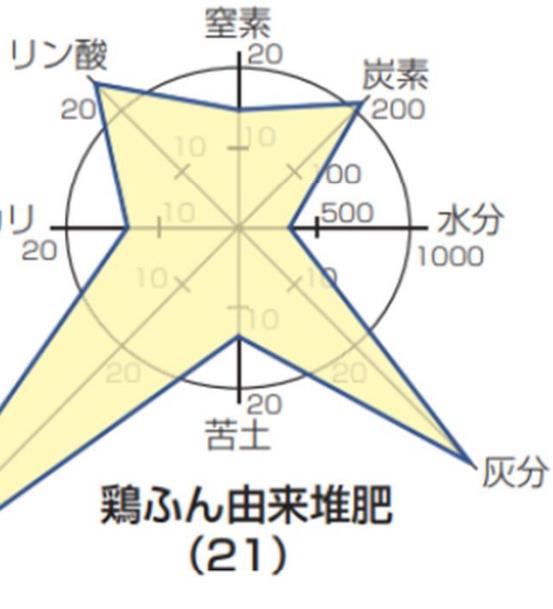
各種堆肥1トン施用した場合の投入成分量(kg)



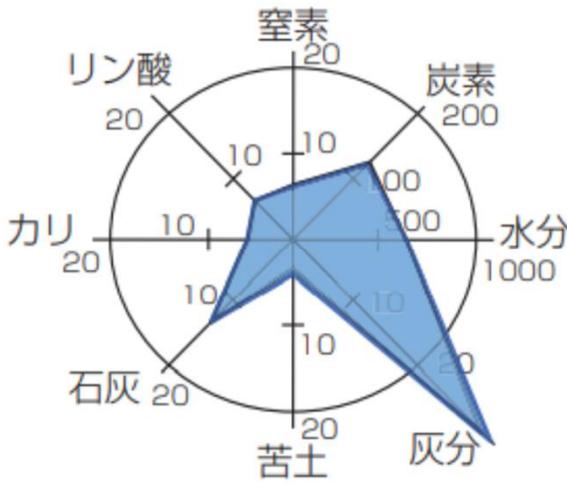
牛ふん由来堆肥 (82)



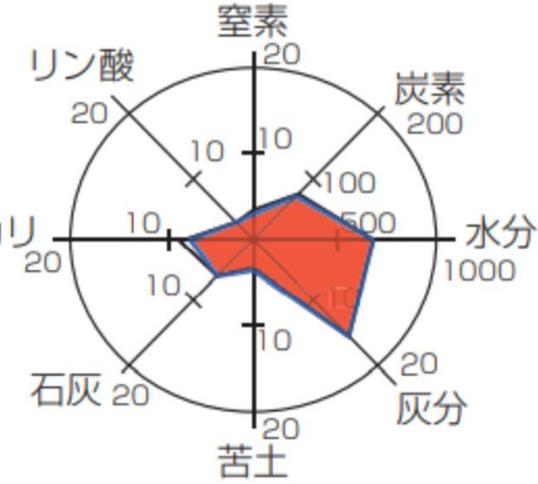
豚ふん由来堆肥 (45)



鶏ふん由来堆肥 (21)



非畜ふん系堆肥 (13)

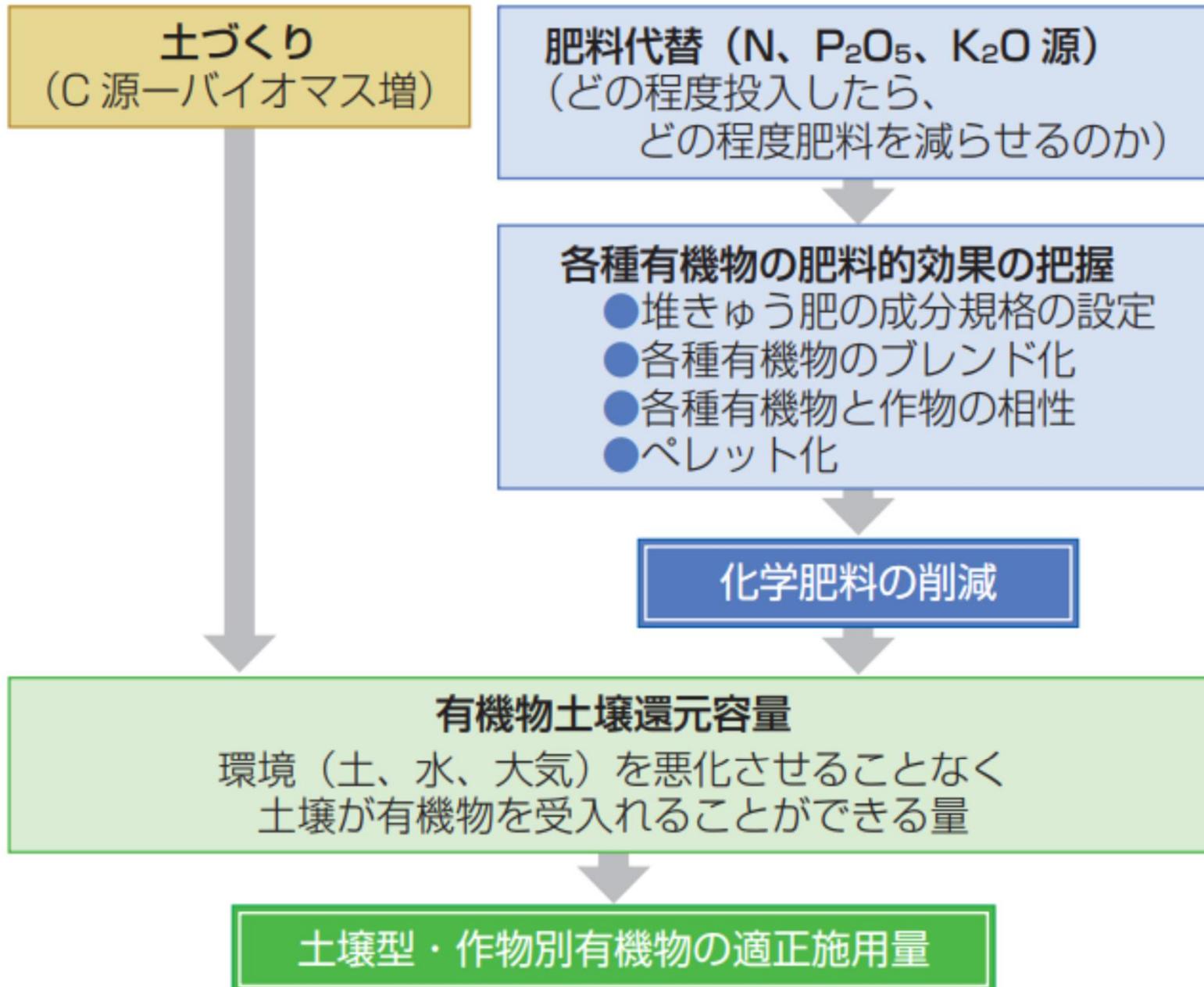


1960年代の堆きゅう肥 (105)

- 注：
- ・円は各成分 20kg、
 - ・炭素については 200kg、
 - ・水分については 1000kg、
 - ・灰分は全量からの差し引き量
 - ・() はサンプル数

有機物(家畜ふん尿を含む)施用に関する考え方

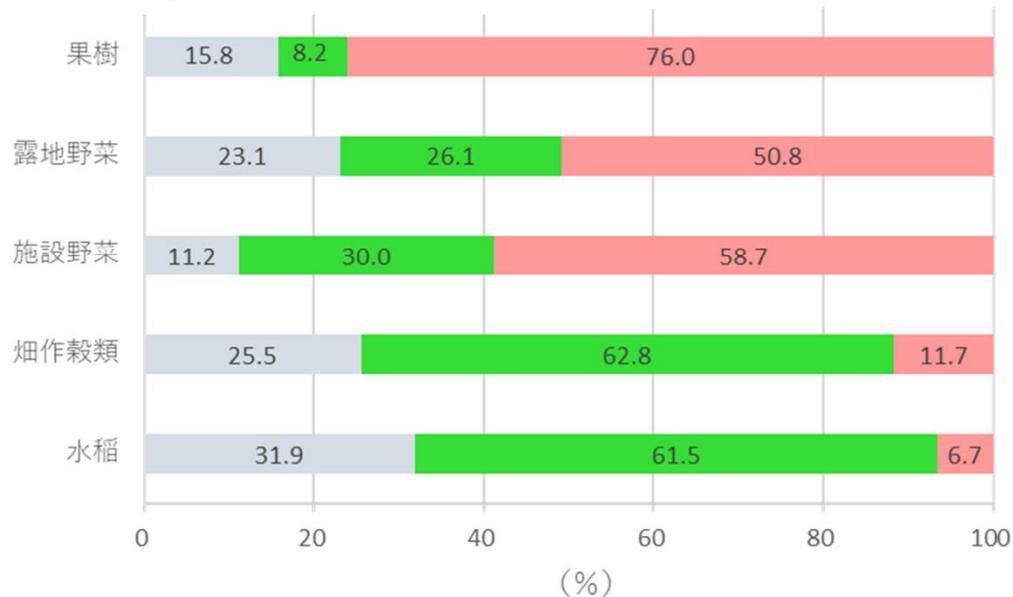
どのようなねらい・目的で有機物を施用するのか



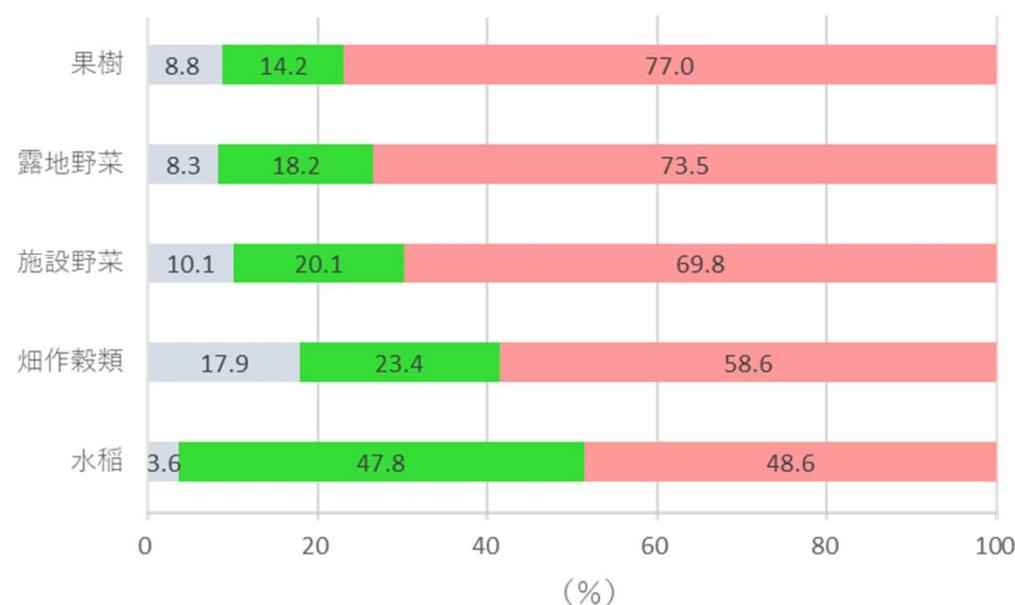
令和2年度 県内作目ごとの養分状況 (茨城農総セ専技室)

■ 低い ■ 適正 ■ 高い

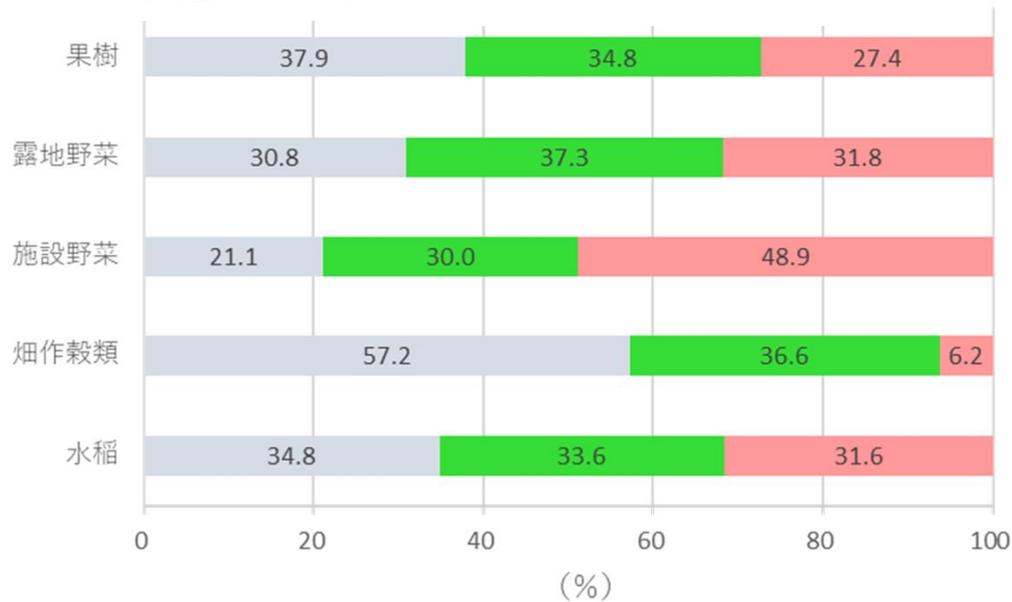
可給態リン酸



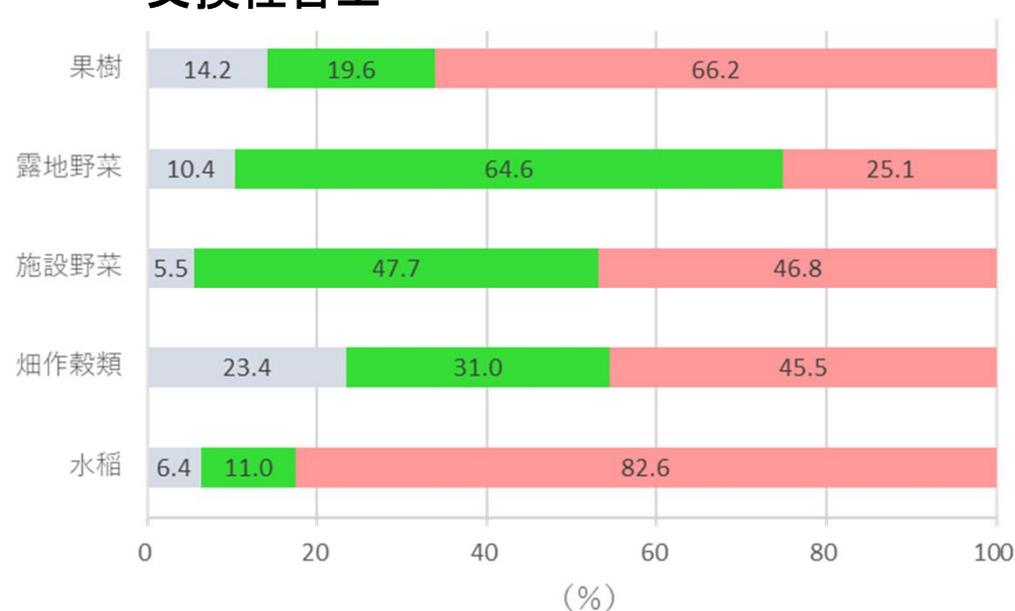
交換性カリ



交換性石灰



交換性苦土



普及されつつある施肥低減技術の例

土壤診断結果から、過剰な養分は入れない工夫が必要

作物	施肥低減技術
水稻	L字型肥料、肥効調節型肥料、側条施肥、育苗箱全量施肥
畑作	作条施肥、BB肥料、緑肥作物の導入
露地野菜	L字型肥料、2作1回施肥、局所施肥、育苗ポット施肥
施設野菜	育苗ポット施肥、養液土耕
果樹	局所施肥、点滴灌水同時施肥、草生栽培
茶	樹冠下施肥、畝間マルチ、深層施肥

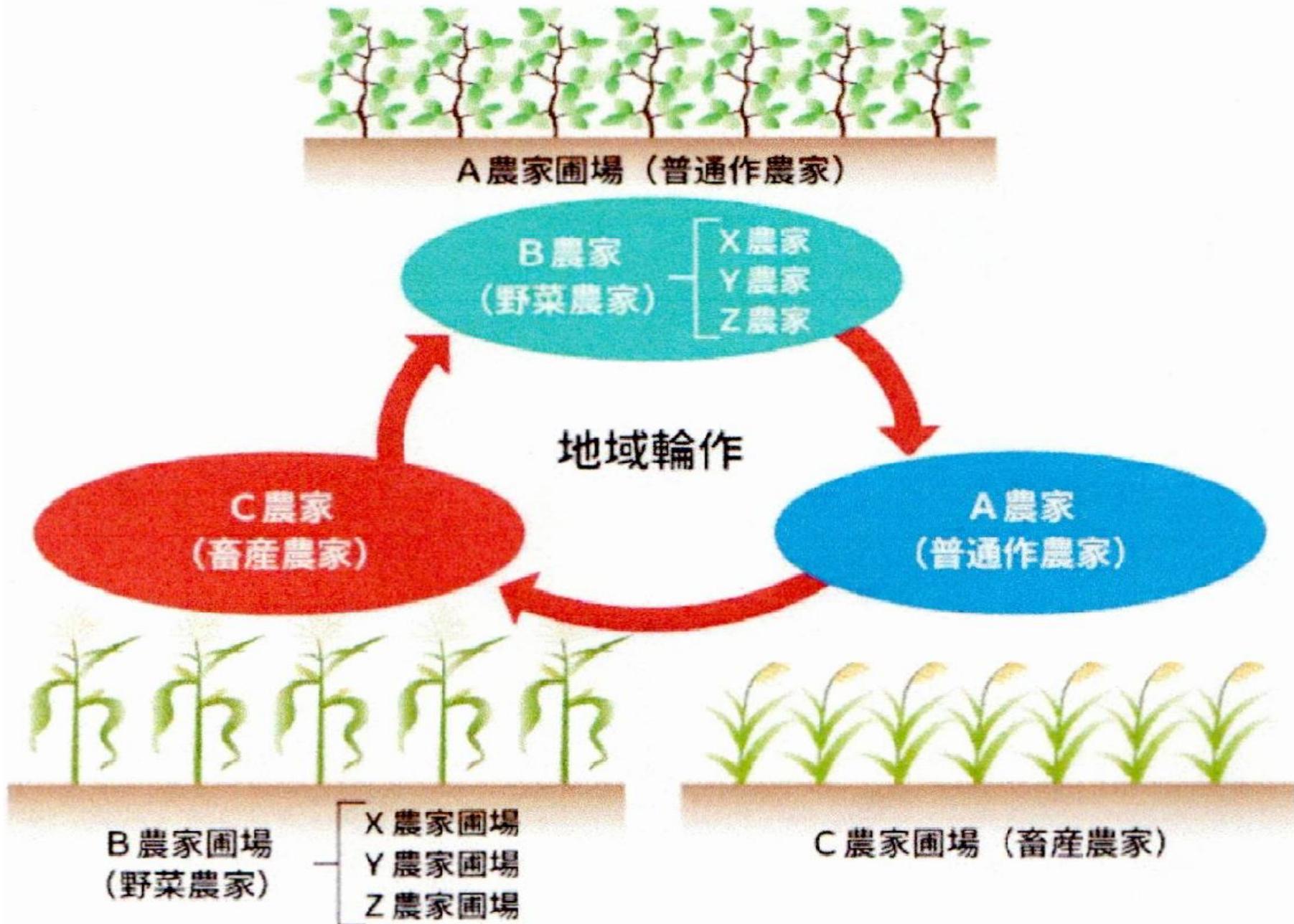
輪作体系による耕地管理のシステム化

環境にやさしい農業は「土」を見せないことが基本

- 野菜類は栄養生長期、生殖生長期に収穫されるため、跡地土壌にはそれまで生育を支えていた多量の肥料成分が残存する。個々の作物に対する施肥管理ではなく作物の吸肥特性を加味した**農地に対する施肥体系および肥培管理**の確立が必要である
- 輪作を行うことは**耕地生態系に多様性**をもたせ、土壌のもつ種々の機能がリンクした形で高まり、病害虫への抵抗性も付与することになる
- 畜産農家も含めた**地域輪作(交換耕作)**が局所的な家畜ふん尿の農地還元を回避し、農業機械の設備も省力でき、低コスト栽培が可能になる

地域輪作

経営の異なる農家間での交換耕作をシステムとして管理する



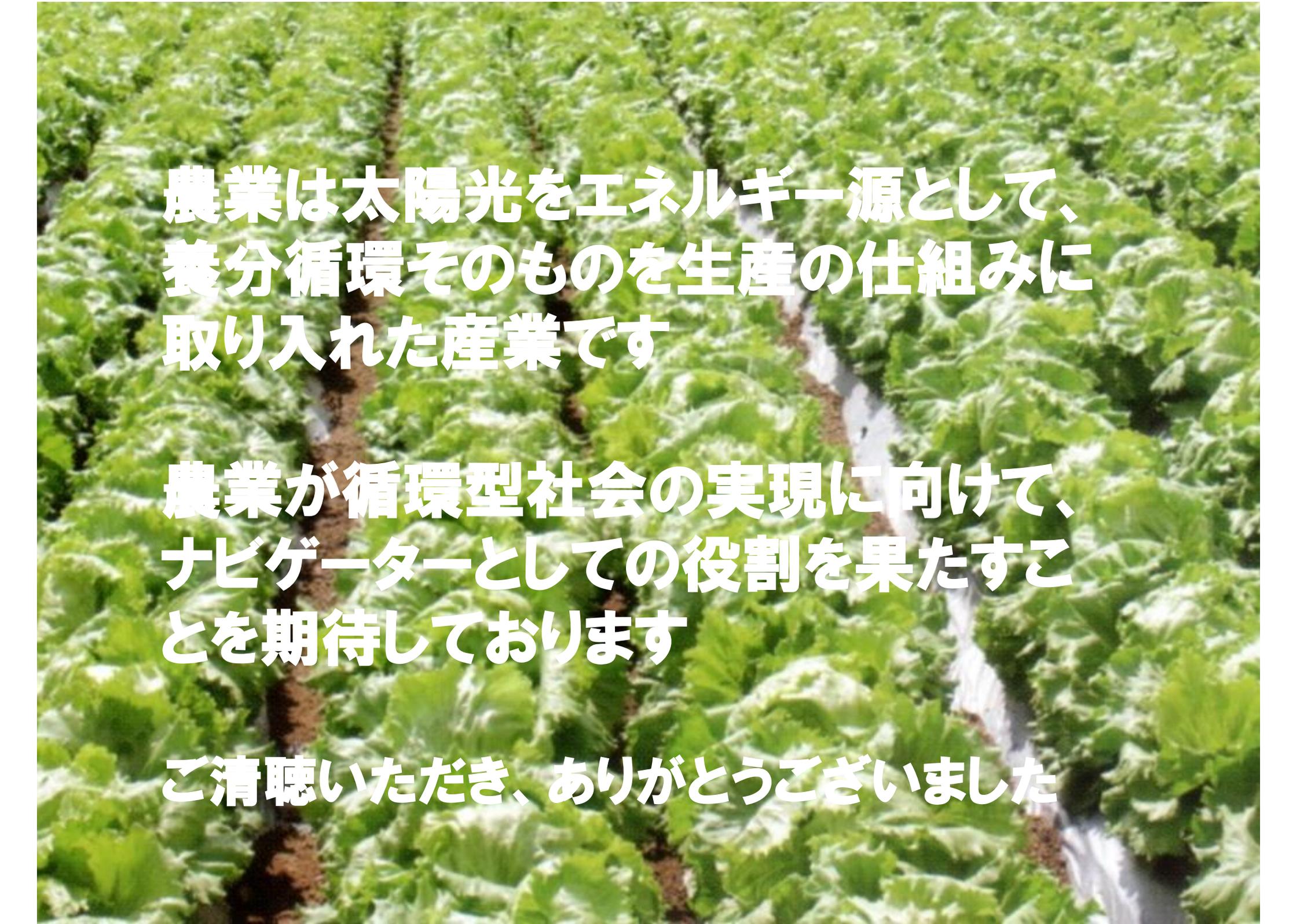
みどりの食料システム戦略における耕地管理

環境と調和を図りながら

農業を持続的に維持するには

- 土壌を環境資源として位置づける
- 有機物還元容量に基づいた土づくり
- 土壌・栄養診断による適正な施肥管理
- 総合的病害虫雑草管理(IPM)による被害回避
- 適地適作、地域輪作を組み合わせた

「耕地管理のシステム化」が必要である。



**農業は太陽光をエネルギー源として、
養分循環そのものを生産の仕組みに
取り入れた産業です**

**農業が循環型社会の実現に向けて、
ナビゲーターとしての役割を果たすこ
とを期待しております**

ご清聴いただき、ありがとうございました