

生態系と調和した持続可能な農林業の再構築をしまねから 2026年1月11日

足し算から引き算への転換で 農と林をつなぎ直す



金子信博

島根大学客員教授

横浜国立大学名誉教授・福島大学名誉教授

ミミズの農業改革

2023年12月初版

2024年3月重版

2024年10月3刷

書評

信濃毎日新聞（2024年1月27日）

読売新聞（2024年1月28日）

日本経済新聞（2024年2月10日）

四国新聞、北國新聞など（配信）

日本農業新聞（2024年3月31日）

「土と健康」（2024年11月）

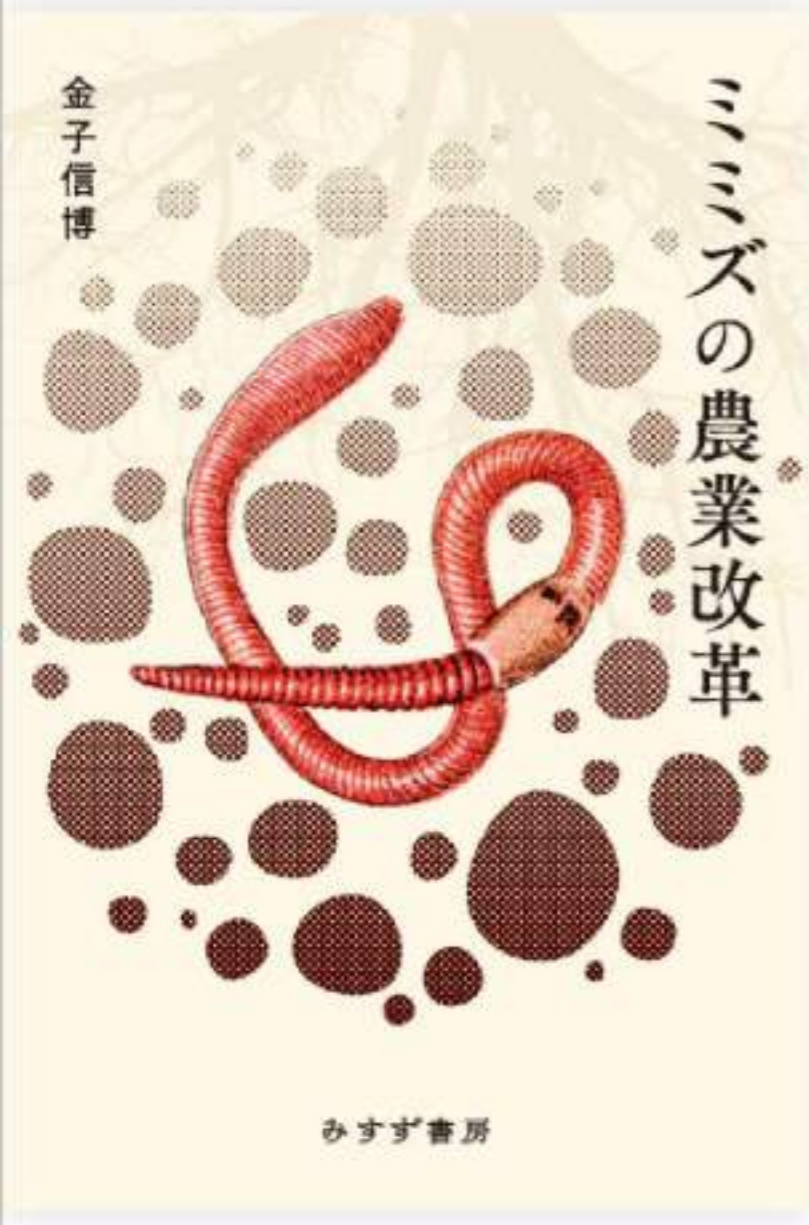
有機農業研究（2025年3月）

紹介記事

文藝春秋3月号

聖教新聞（2024年2月15日）

朝日新聞夕刊（2024年2月15日）



中山間地と農業

温帯モンスーン：高温、多湿な夏、強い雨

森林

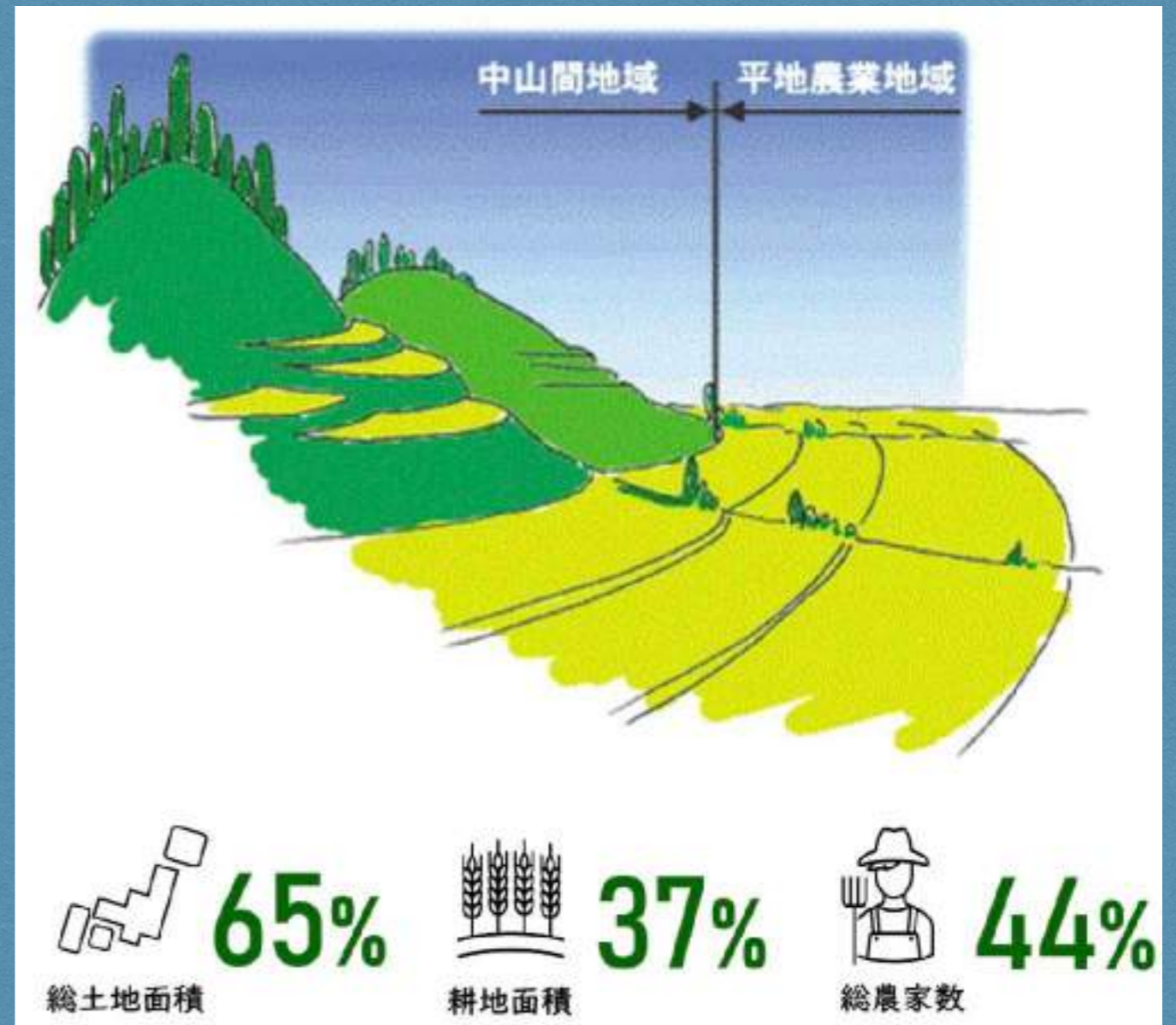
畑



水田

移動する土壌と水を
受け止める
連作障害がない

中山間地域



- ・農と林の足し算の思考
- ・農と林の引き算の実践
- ・新たな「里山」の価値

足し算から引き算への転換で農と林をつなぎ直す

農と林の足し算の思考

なぜ、農薬が必要？

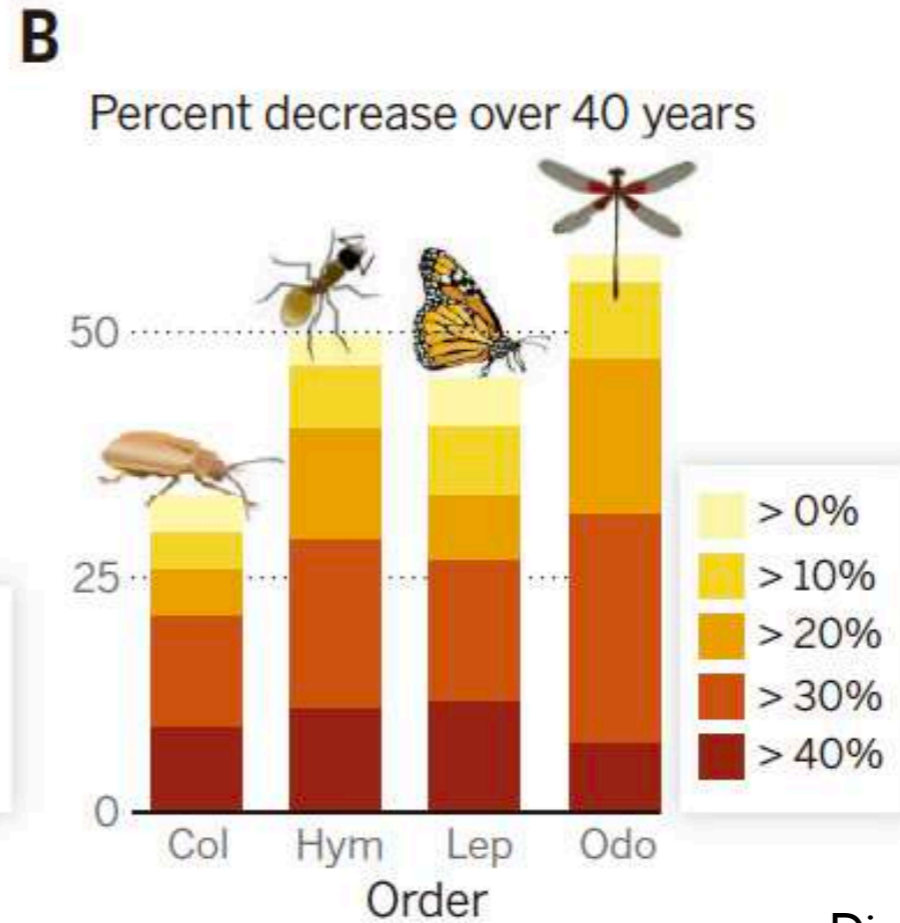
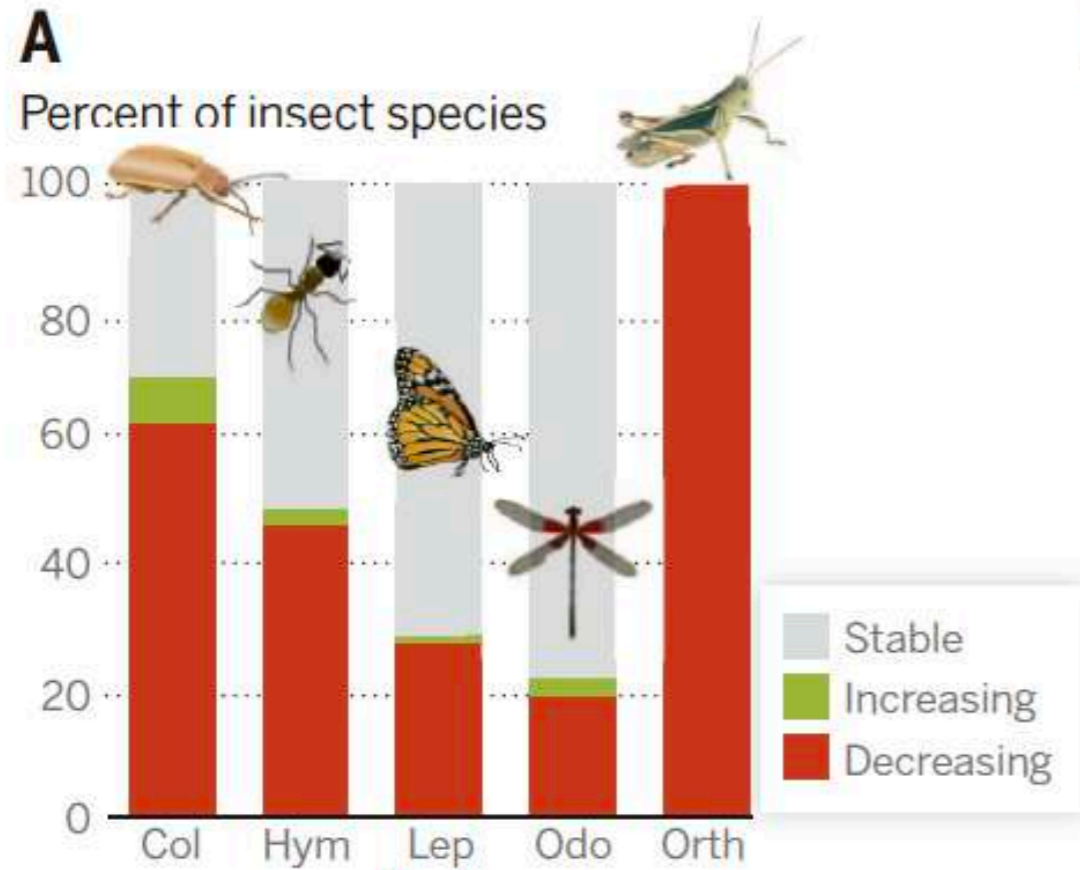
なぜ、化学肥料が必要？

なぜ、除草剤が必要？

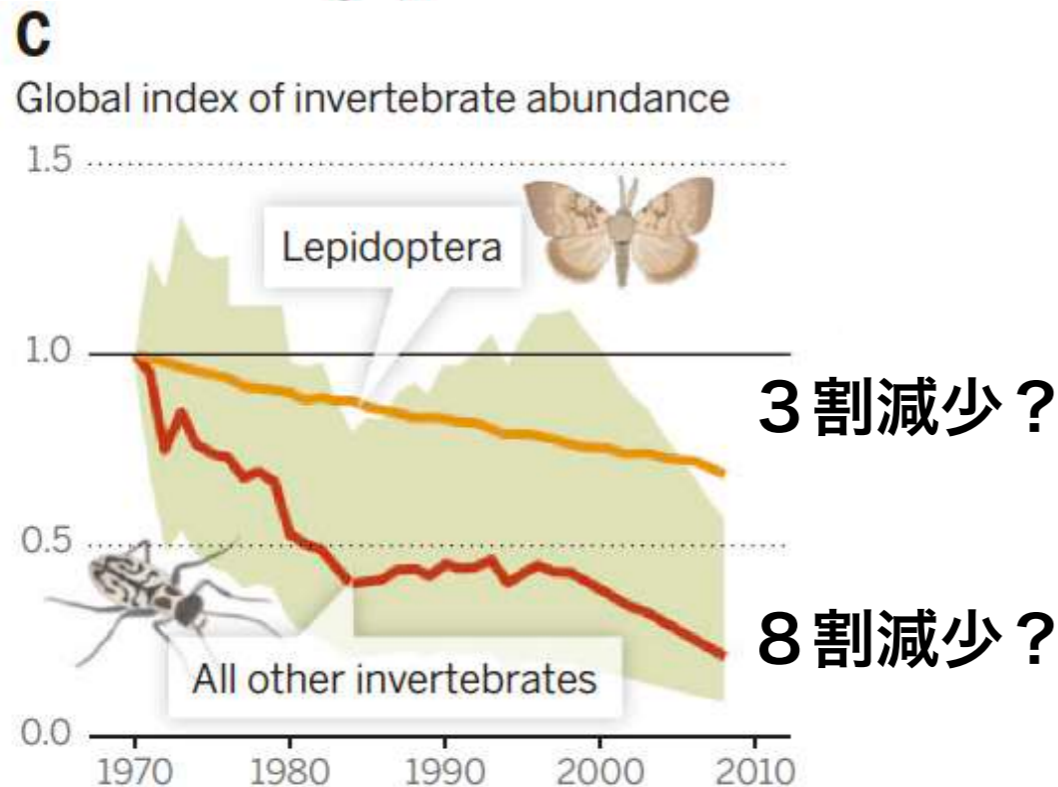
なぜ、下刈りが必要？

なぜ、農薬が必要？

グローバルな昆虫多様性・個体数の減少



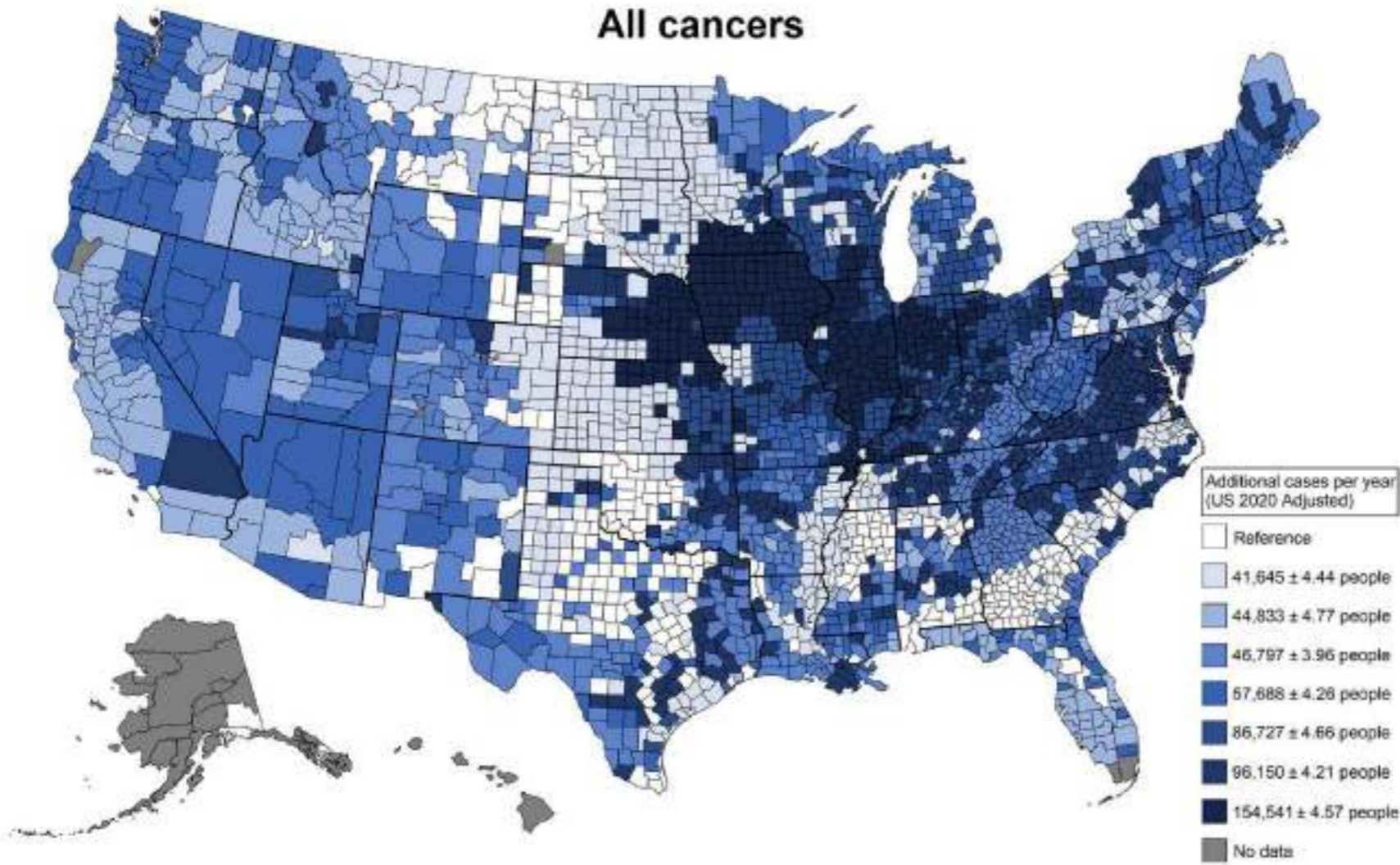
Dirzo et al., 2014 Science



- 生息地の破壊
- 農業の集約化 (農薬使用)
- 気候変動
- 外来種
- 化石燃料の燃焼による窒素汚染
- 旱魃・降雨パターンの変化

農業とがん発症率の関係

All cancers



Gerken et al 2024

A

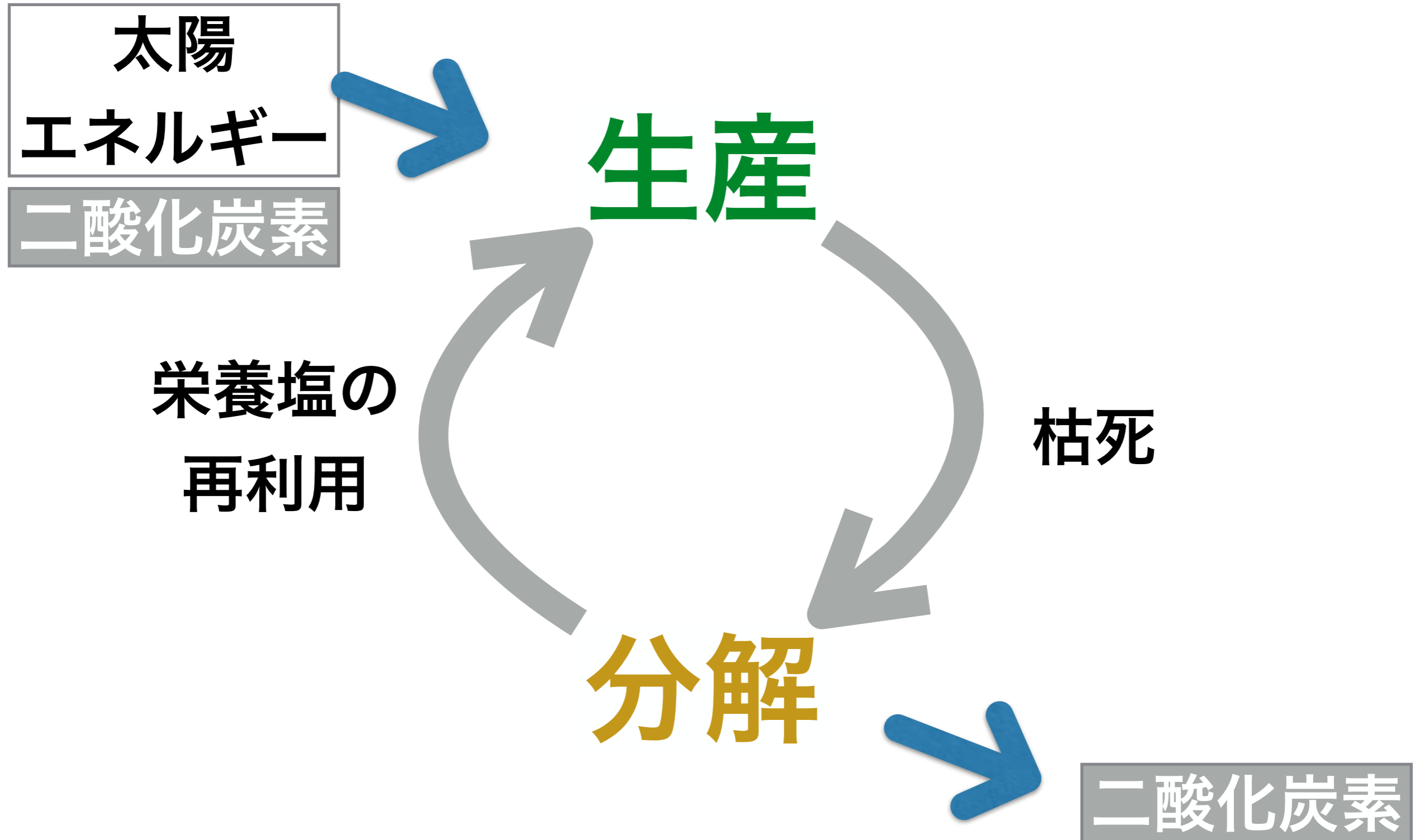
Effect

すべてのがん 膀胱がん 大腸がん 白血病 肺がん リンパ腫 膵臓がん

	Den	DF	p-value	Den	DF	p-value	Den	DF	p-value	Den	DF	p-value	Den	DF	p-value
社会・人口要因	2700		.5489	2037		<.0001	2328		.8867	1785		<.0001	2495		.2878
喫煙率	2700		<.0001	2037		<.0001	2328		<.0001	1785		<.0001	2495		<.0001
農地割合	2700		.0003	2037		.1525	2328		.7738	1785		.6355	2495		<.0001
人口	2700		.0242	2037		.2811	2328		.9651	1785		.1173	2495		.0864
営農パターン	2700		<.0001	2037		<.0001	2328		<.0001	1785		.0008	2495		<.0001

なぜ、化学肥料が必要？

生態系における一次生産



田んぼの物質循環

灌漑水

肥料

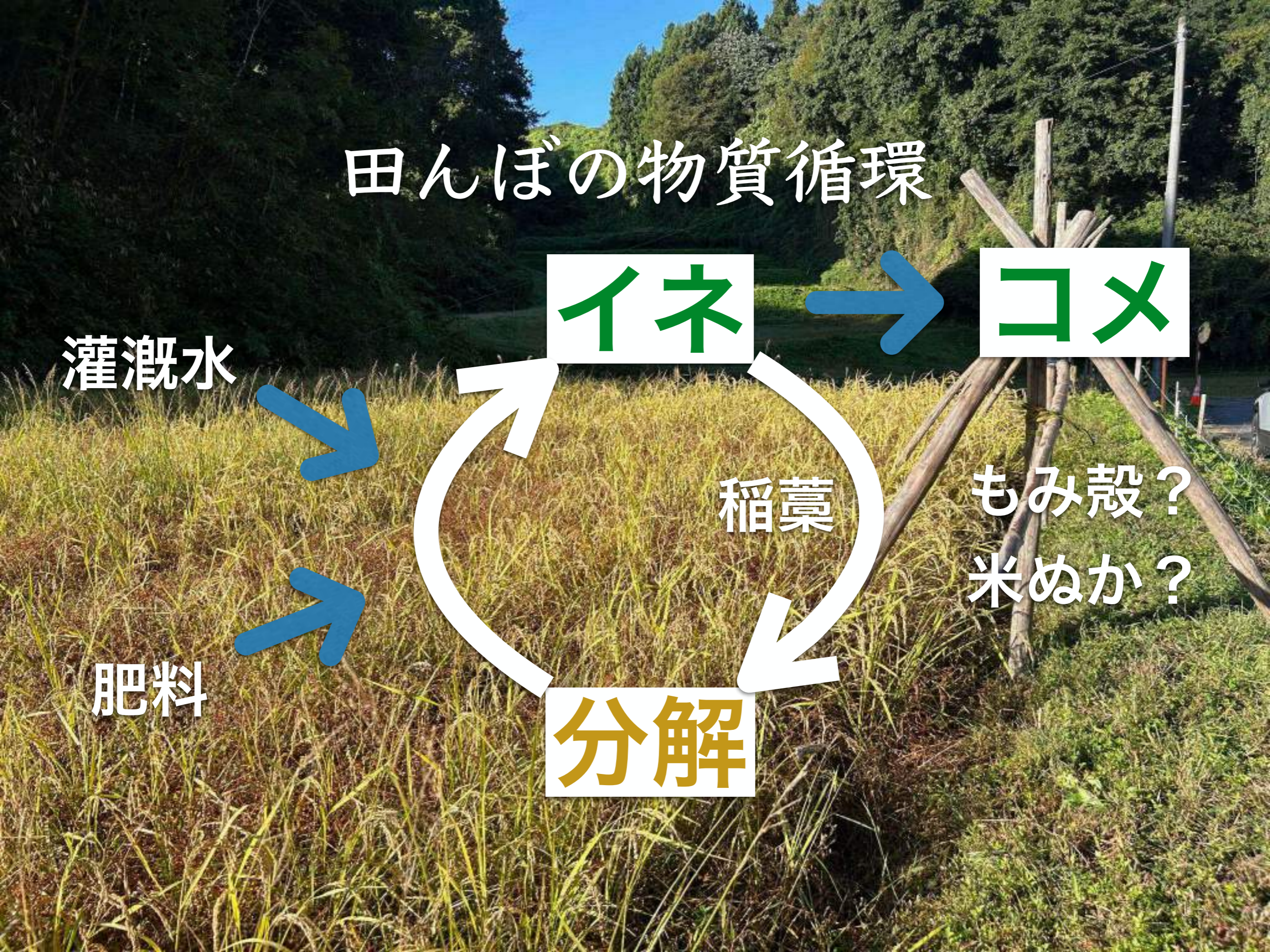
イネ

コメ

稲藁

分解

もみ殻？
米ぬか？



持続可能でない農業システム

化石燃料の投入

太陽
エネルギー

二酸化炭素

生産

化学肥料の多用

栄養塩類の廃棄

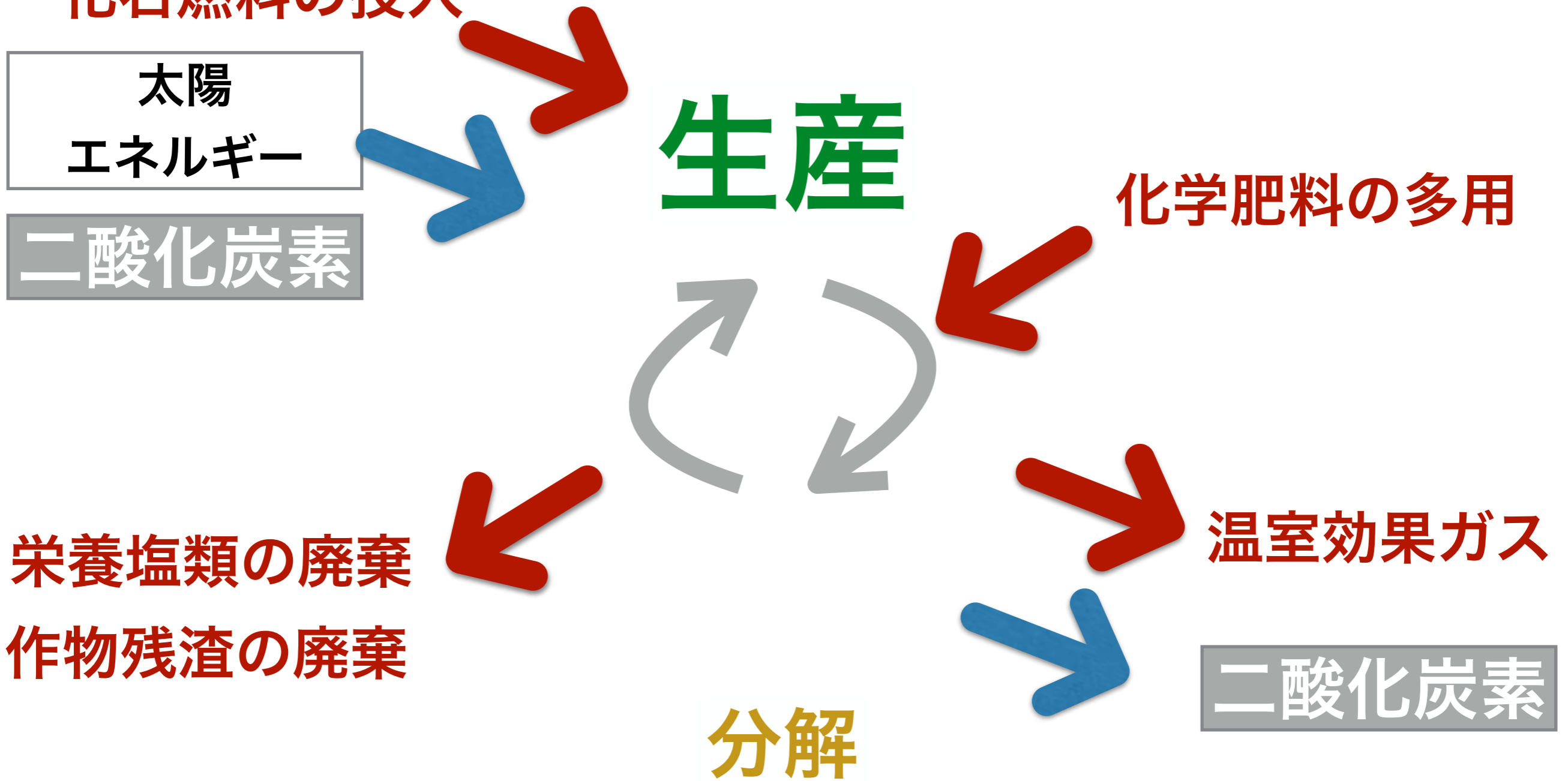
作物残渣の廃棄

温室効果ガス

二酸化炭素

分解

土壌生物の分解機能が活用されていない



Regenerative agriculture

環境再生型農業

FAOの定義

水質や大気質を改善し、
生態系の生物多様性を向上させ、
栄養素に富む食を提供し、
炭素を貯留して気候変動の緩和を助ける農法。
自然と調和するだけでなく、経済的な価値も高めることができる。



不耕起播種機

「みどり戦略」には特に言及なし
持続的な利用、環境・多様性保全など

環境再生型農業の管理手法と効果

管理手法	効果
外部からの投入を減らす	生態系、土壌、水の健康の改善
家畜と組み合わせる	生物多様性の向上
農薬を使わない	土壌炭素隔離
化学肥料を使わない	社会の福利の向上
<u>耕うんを減らす</u>	農家の収益向上
<u>輪作</u>	
<u>作物の多様化</u>	

プロセスベース

効果ベース

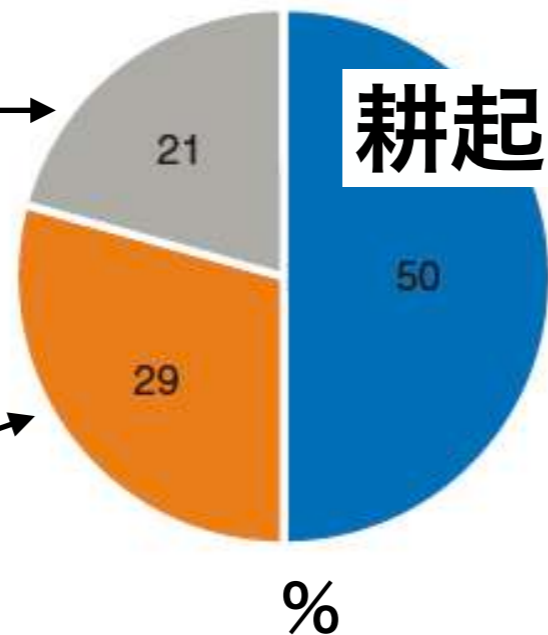
アメリカ農業における不耕起・省耕起の取組

トウモロコシ、綿花、大豆、小麦

Corn, cotton, soybeans,
and wheat combined

完全な不耕起

不耕起と耕起を
交互に行う



不耕起播種の様子



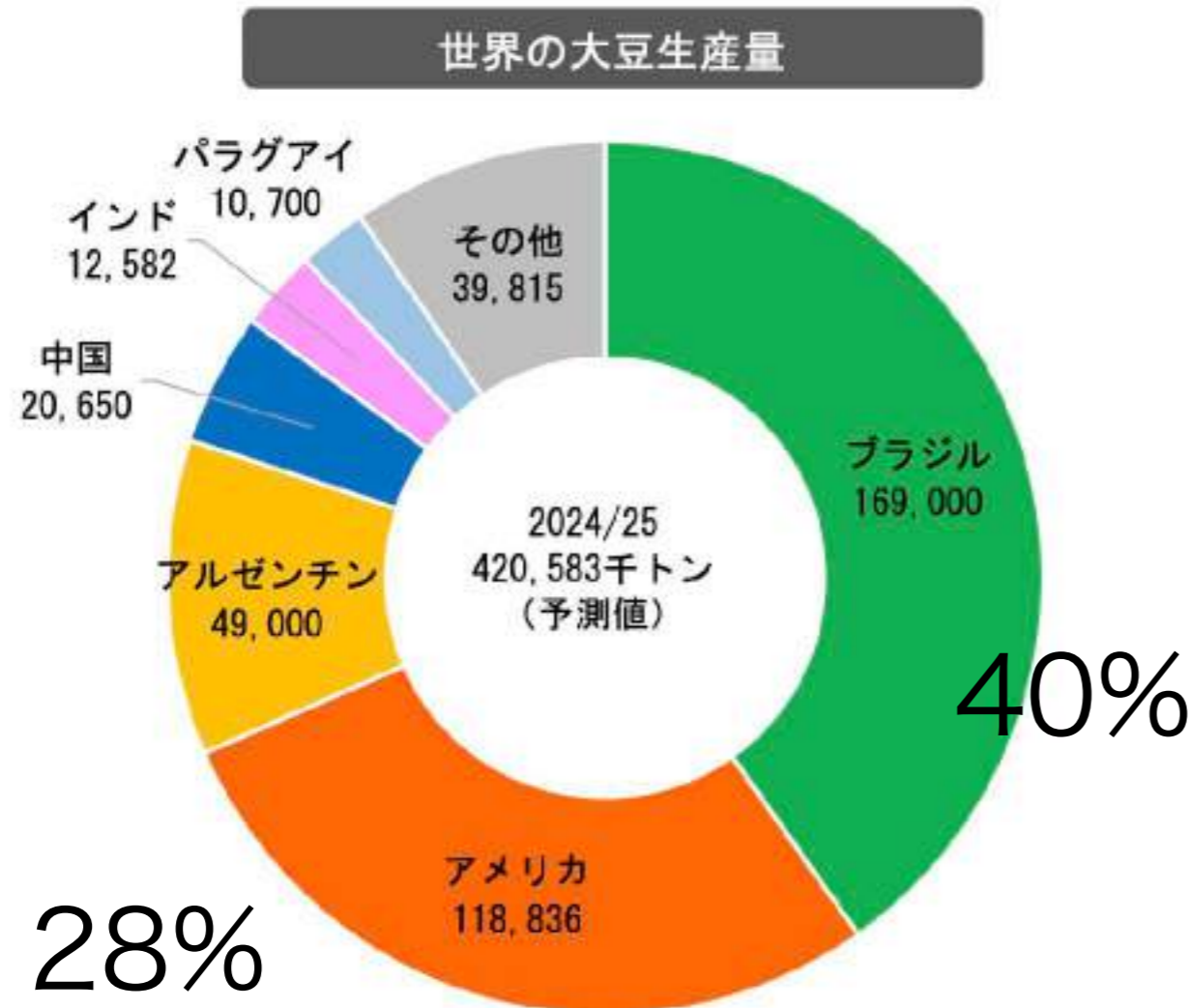
USDA, 2018

- ・燃料消費は 2002年には1973年に比べて 40% 減少
- ・収穫量あたりの燃料消費は 60% 減少

ダイズはブラジルとアメリカ

15-1 世界の大豆の生産動向

- 世界の大豆生産量は約4.0億トン。このうち、ブラジル、米国、アルゼンチンでの生産が約8割を占める。
- 世界の大豆の単収は品種改良、栽培技術の向上により増加しており、大豆生産主要国であるアメリカ、ブラジルでは300kg/10a以上の高単収となっている。



〔参考：主要国の大豆の単収（2024年産）〕

	単収 (kg/10a)
世界平均	287
ブラジル	357
アメリカ	341
アルゼンチン	283
中国	200
インド	93
パラグアイ	278
カナダ	331
日本	164

ブラジルにおける熱帯ダイズ栽培

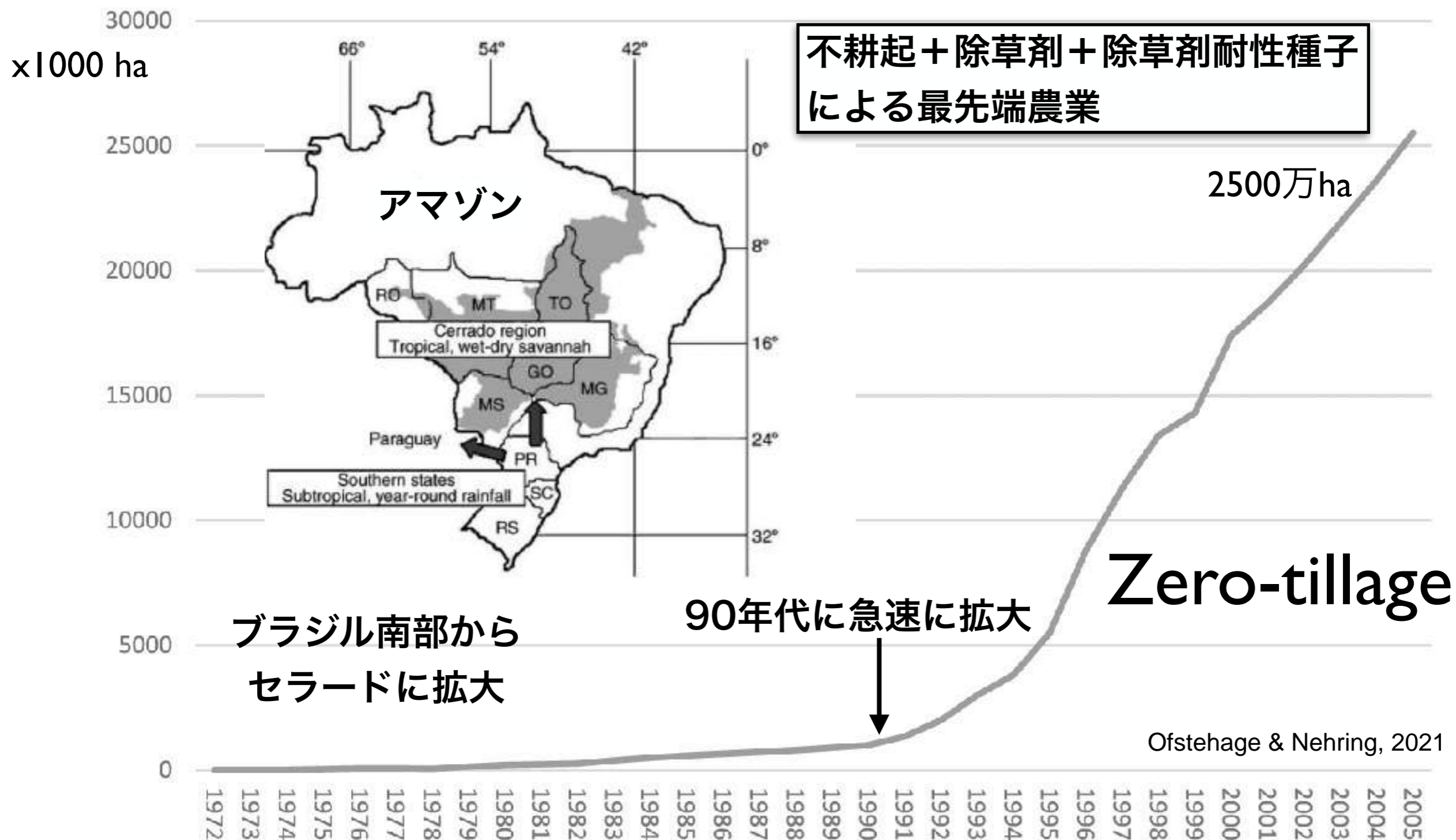


Figure 1. Expansion of zero tillage (in 1000s of hectares) in Brazil from 1974–2006 (revised from de Freitas and Landers 2014).

なぜ、除草剤が必要？

土壤侵食

雑草

不耕起+除草剤

遺伝子組換作物

除草剤耐性雑草

環境再生農業(Regenerative)

+除草剤

耕起

雑草

不耕起+カバークropp

環境再生有機農業
(Regenerative organic)

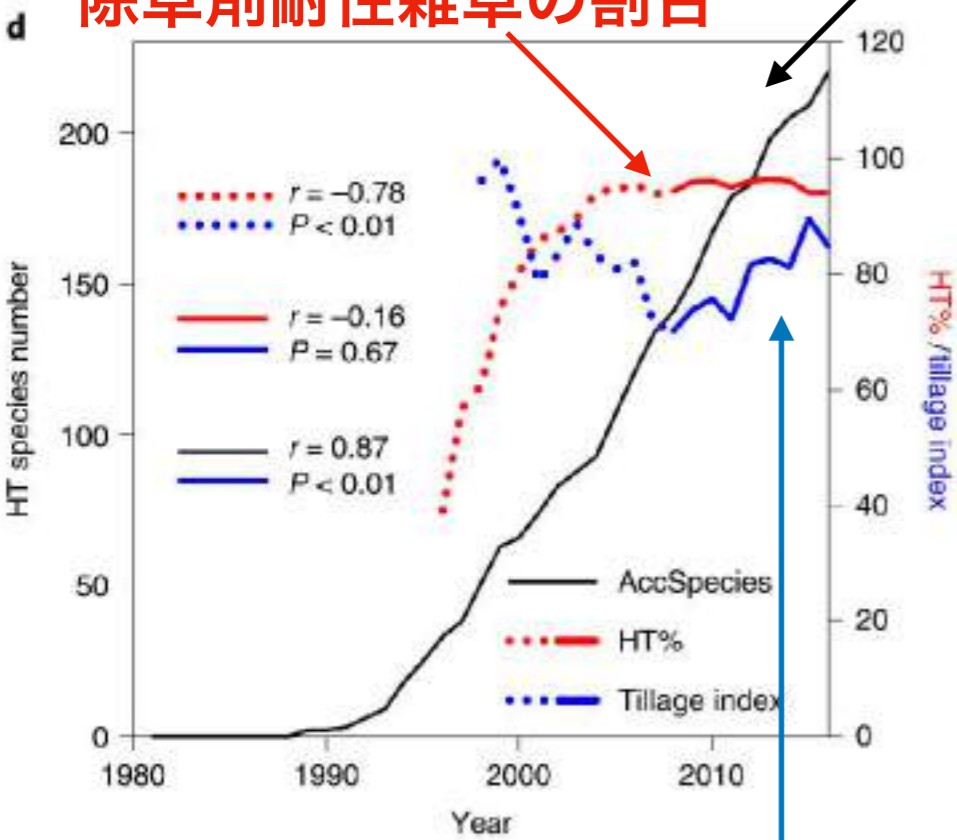
ライムギ+ローラークリンパー

土壤保全

除草剤耐性雑草の増加と 温室効果ガス排出量の変化

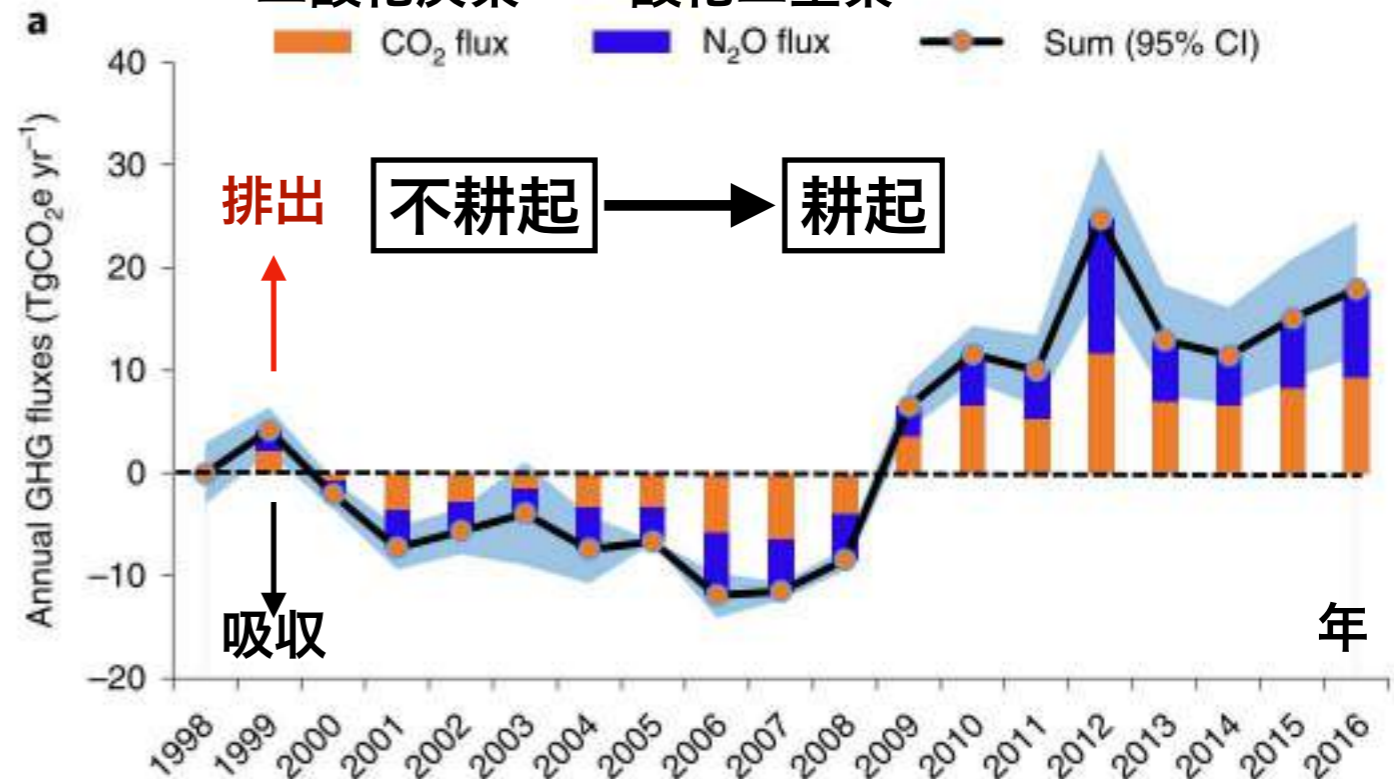
除草剤耐性雑草の種数

除草剤耐性雑草の割合



耕うん指数
一度低下したが、その後増加

二酸化炭素 CO₂ flux
一酸化二窒素 N₂O flux
Sum (95% CI)



不耕起栽培の採用で吸収源となったが、
除草剤耐性雑草対策のため耕うん強度が
増え、排出量が増加

農と林の引き算の実践

農薬、化学肥料、除草剤を使わずに
栽培が可能か？

針葉樹一斉林より広葉樹萌芽林



もう耕すのやめませんか？

保全農法の3原則

FAO

物理的な土壌攪乱を最小限に

(i.e. no tillage) through direct seed and/or fertilizer placement.

クリンパー、不耕起播種機



地表面を有機物で保護

(at least 30 percent) with crop residues and/or cover crops.

少なくとも面積の3割以上



栽培システムの多様化

through varied crop sequences and associations involving at least three different crops.

少なくとも3種以上



世界中で不耕起有機栽培の技術革新が進んでいる



ローラークリンパー

不耕起播種機

<https://practicalfarmers.org/2017/12/research-report-roll-crimping-cover-crops-and-soybean-seeding-date/>

ライ麦押し倒しと不耕起播種

不耕起草生栽培とは？

1)



カバークロープとしてライ麦を栽培

2)



クリンパーでライ麦を倒してマルチ

3)



ライ麦のアレロパシーで雑草の発芽抑制

4)



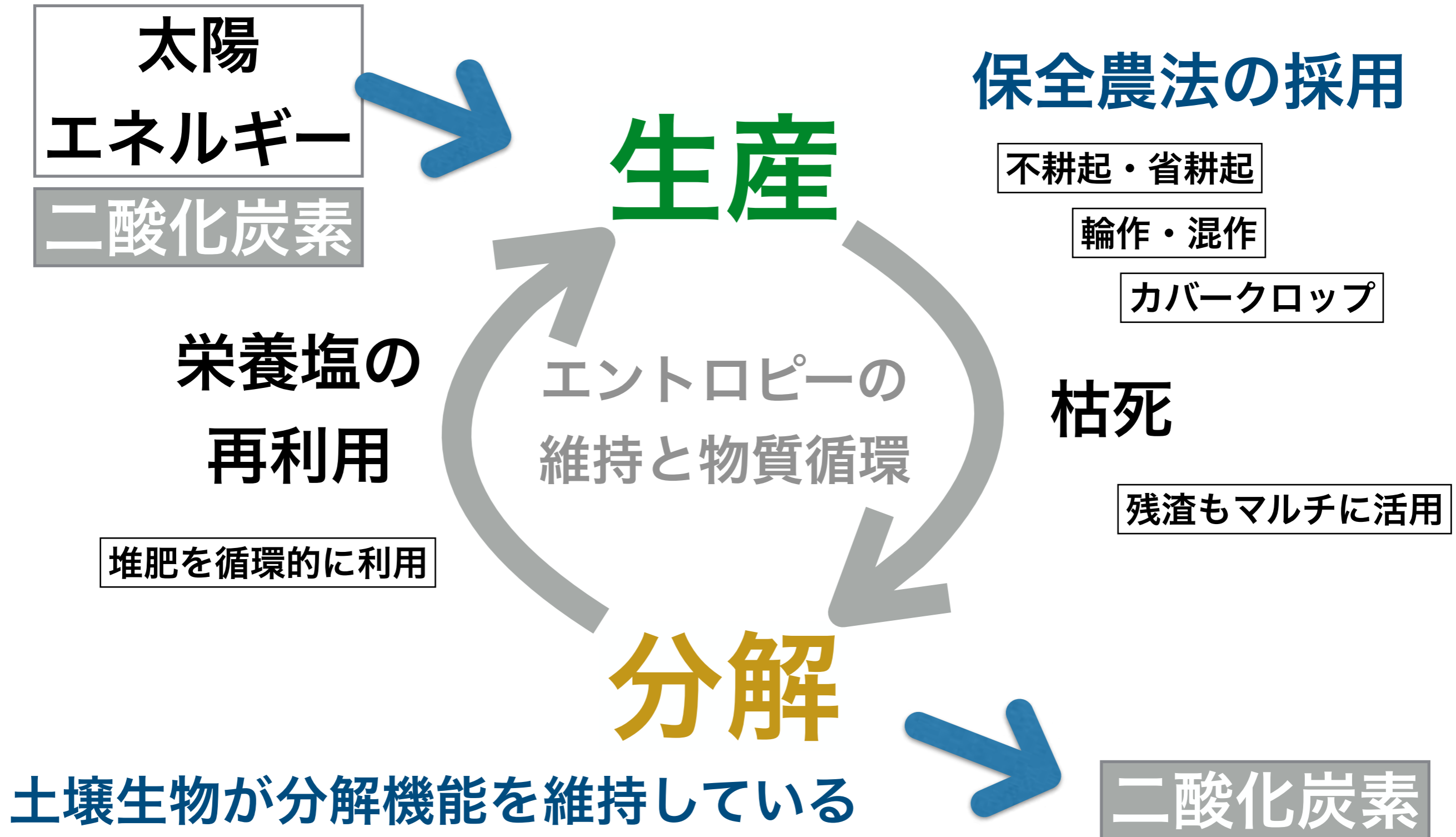
ダイズはライ麦をかき分けて発芽

ダイズ (2024年)

耕起

不耕起

農林業の持続可能性



松沢正満さん（愛知県新城市）

福津農場



福津農園（愛知県新城市）

不耕起・草生・混植



松沢政満氏

松沢正満さん（愛知県新城市） 福津農場





- ・水田15a、畑作12a、果樹35a、
採草地15a、山林32a, 養鶏300羽
- ・年間200品目を宅配、ファーマーズマーケットで販売
- ・畑地はイタリアンライグラスの自然再生を利用し、ドラム缶
で押し倒し、不耕起で栽培, 施肥は鶏糞のみ
- ・果樹の周りにも草の上から野菜の種子を蒔き、ハンマーモ
アで草を破砕するだけで、不耕起栽培
- ・多品目が圃場内にモザイク状に栽培されている

福津農場



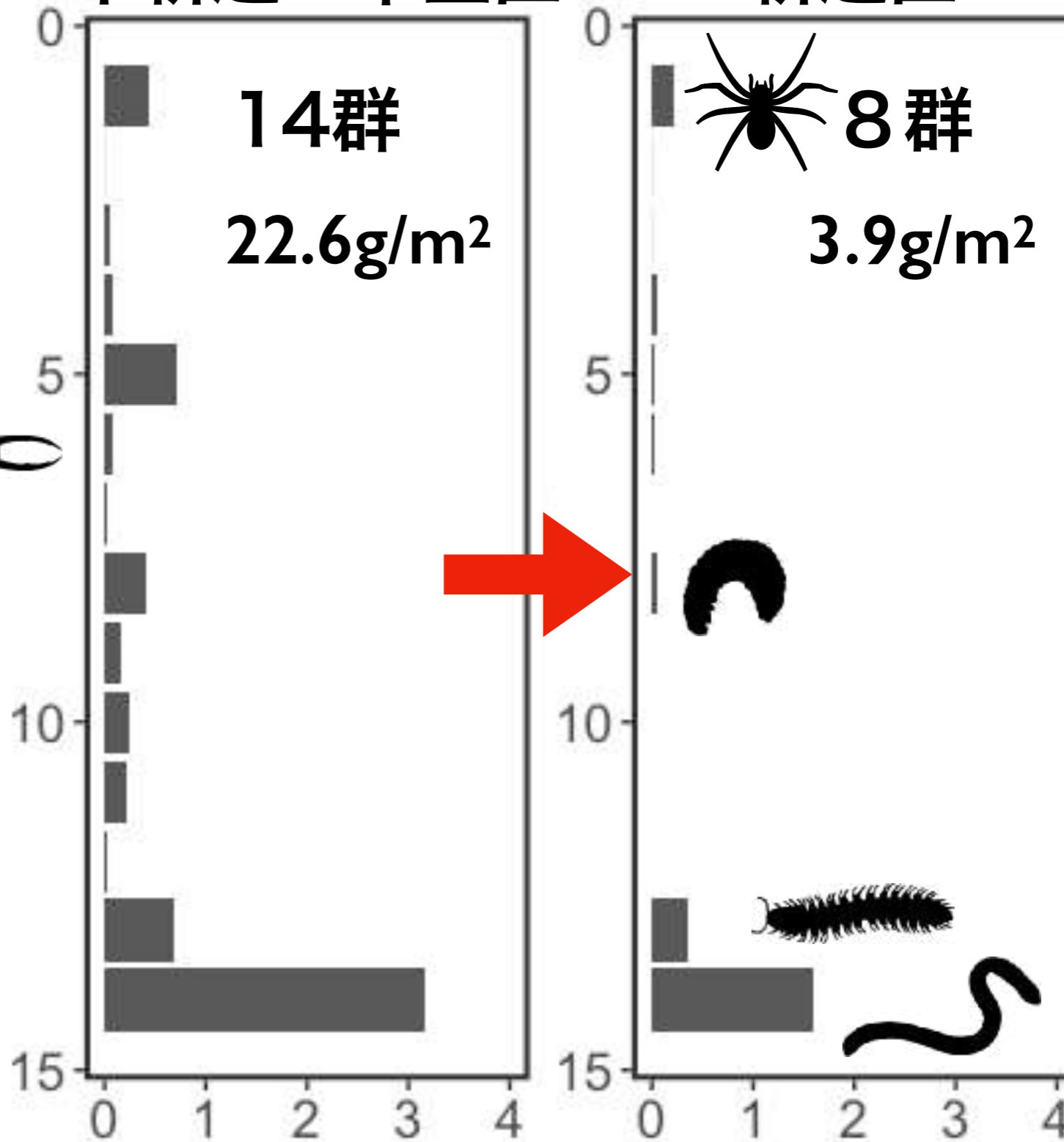
耕起による土壌生物多様性の減少

大型土壌動物

- クモ
- ムカデ 
- アリ
- ハチ
-  コウチュウ目成虫
- ハサミムシ 
- カメムシ
- コウチュウ目幼虫
- 腹足類
- 等脚類 
- ハエ目幼虫
- ヨコエビ
- ヤスデ
- ミミズ

不耕起・草生区

耕起区



福津農場と慣行農業の比較

農業体系	品目数	土壌炭素含有率 (%)	大型土壌動物多様性	大型土壌動物現存量 (g/m ²)	残渣の還元量 (g/m ²)	農業粗収益 (千円)	農業経営費 (千円)	農業所得 (千円)
福津農園	約200	4.96	14	22.6	200	3,872	1,164	2,708
慣行農業	少品目	2.13	8	3.9	ほとんど0	6,023	3,683	2,340

多様性を生み出す管理

自然資本と土壌保全

経済性

なぜ耕さないほうがいいのか？

落葉層
豊富な根
非攪乱



土壌生物
多様性の向上
土壌構造
肥沃度
病害虫抑制



環境負荷の
少ない農業

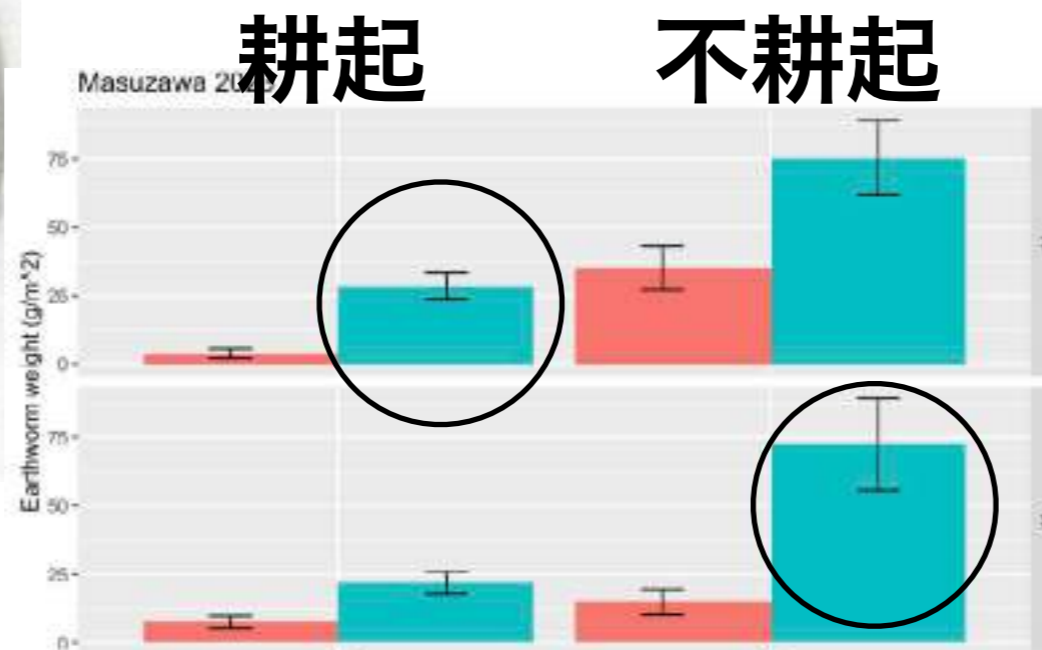
耕起と不耕起の比較

福島大学柘沢試験地 2023年

耕起 除草剤

不耕起 草生栽培

ソルガム



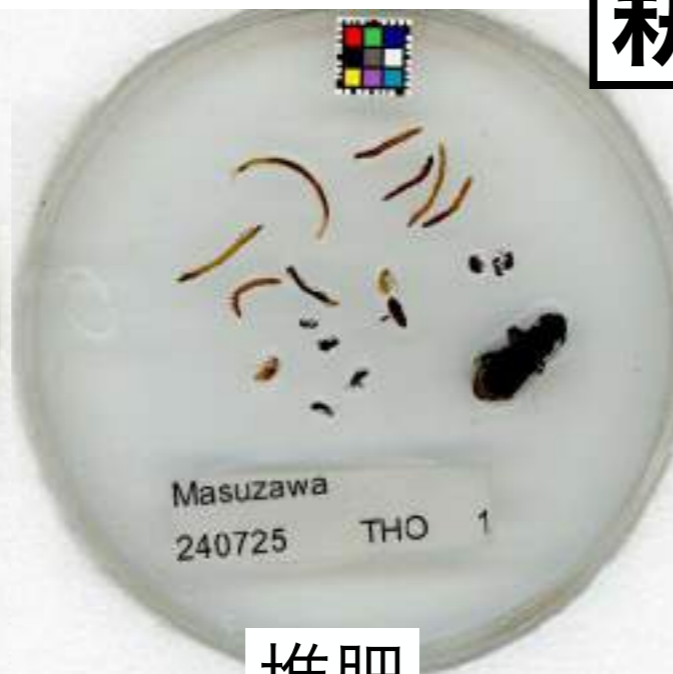
2026年1月11日 金子信博

耕すと土壌動物はミミズも含めて激減する

ミミズ以外の大型土壤動物

2026年1月11日 金子信博

耕起



除草剤

手除草 / 草生

Chemical Fertilizer

Compost

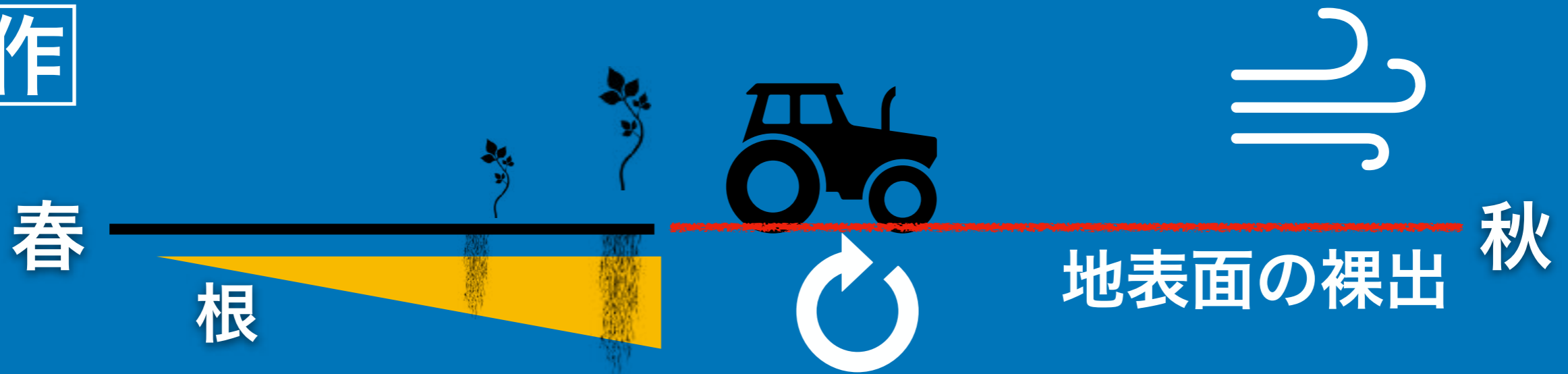
不耕起

Chemical Fertilizer

Compost

耕うんを基本とする農地管理

単作



植物根は1年のうち限られた期間しかない
土壌生物の数量、多様性の減少



土壌団粒の破壊、土壌圧密

土壌侵食、保水性・排水性の低下

栄養塩溶脱、土壌炭素の減少

金子、2023

保全農法を基本とする農地管理

クリンパーによるカ
バークロップ処理

カバークロップ

地表面の保護

混作

春

秋



根

年間を通して植物根がある
土壌生物の数量、多様性の増加



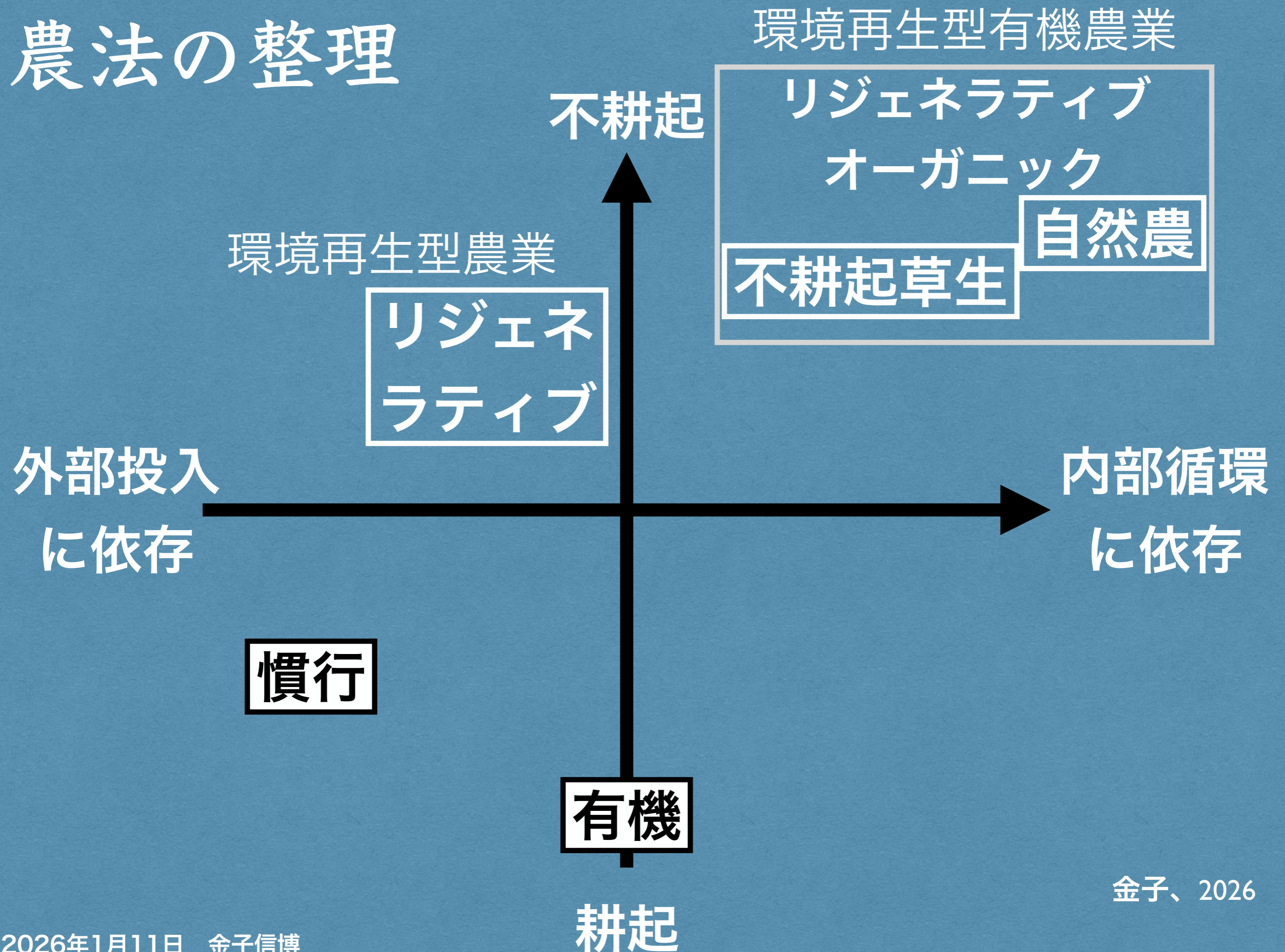
土壌団粒の形成、根穴、坑道の形成による土壌空隙増加

土壌侵食の防止、保水性・排水性の向上

栄養塩保持、土壌炭素の増加

金子、2023

農法の整理



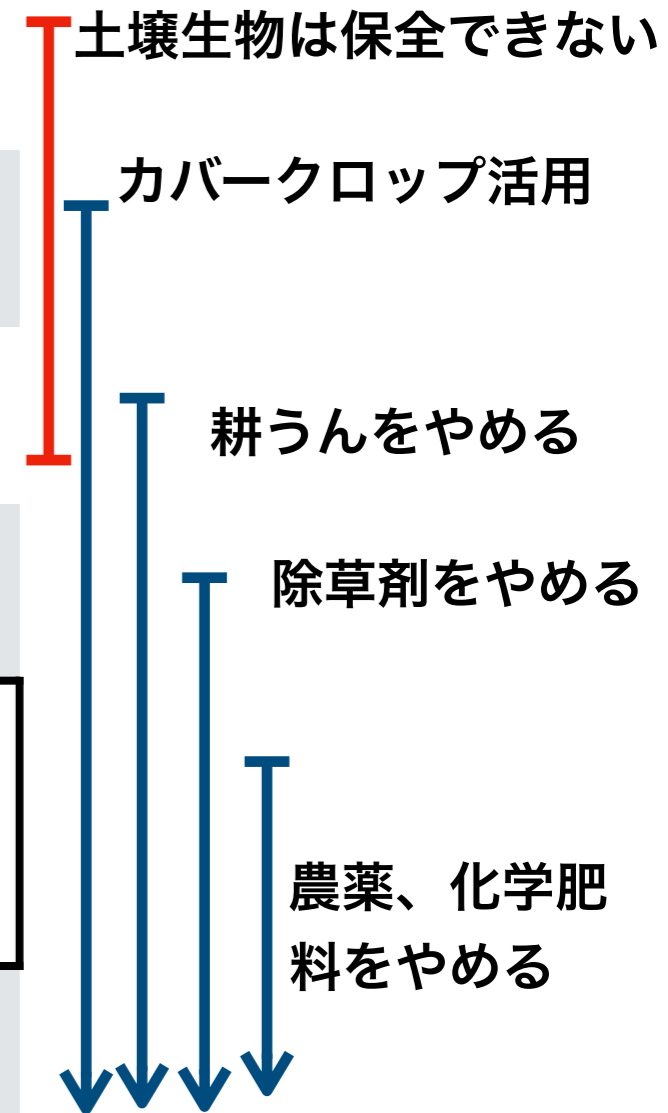
金子、2026

環境再生型有機農業の展開

絶対的技術

場に応じた技術

農法	農薬	化学肥料	除草剤	耕起	カバー クロープ	有機物 マルチ	輪作・ 混作	遺伝子 組換え
有機JAS	禁止	禁止	禁止	耕起				禁止
環境保全型農業	削減	削減	使用	耕起	推奨			
環境再生型農業 Regenerative Ag	使用	使用	使用	不耕起 省耕起	推奨	推奨		使用
保全農法 Conservation Ag	削減	削減	削減	不耕起 省耕起	必須	必須	必須	
環境再生型 有機農業 Regenerative Organic Ag	禁止	禁止	禁止	不耕起 省耕起	必須	必須	必須	禁止
自然農	使用 しない	使用 しない	使用 しない	不耕起 省耕起	雑草利用	必須	必須	使用 しない



日本で不耕起有機栽培を広げたい

・ **Regenerative: 世界的な不耕起栽培への変換**

← 要注意！

・ 環境保全を目指す農法の需要拡大

EU、みどりの食料システム戦略

農業メジャー、グローバル食品企業

・ 農業の担い手問題

新規就農者と保全的な農業のマッチング

有機農業の課題

・ 需要は多いが、経験頼りで安定生産に難

・ 除草をはじめとする農作業のコスト高

・ 化学肥料代替型有機栽培（堆肥の大量投入）

不耕起栽培の課題

・ 日本製の播種機の性能が悪く、使えない

・ カバークロップ（収穫しない被覆作物）との組み合わせの情報不足

生態学的な土壌管理に基づく保全的な農法

不耕起草生栽培 に使える播種機

Great Plains 3P806NT

Great Plains Stealth Pro3



トラクター馬力
連結方法
運搬方法



シードマチック・ミニシーダー

シードマチックと同等の機能を持ちながら、ワイン園の果樹の隙間のような狭い場所でトラクターを使わずに播種できる機械が登場。

動力を必要としないので、四輪バギーや小型トラックなどに牽引して作業を行うことができます。

山間の小さな畑や果樹の間、少しの面積の播種を効率的に行うのに最適です。



施肥ボックスも標準装備

種子タンクと施肥ボックスが標準装備され、施肥作業を同時に行うことが可能です。



種子と肥料の落下口

牽引方法は2つ

大型四輪バギー、25馬力以上の小型トラックなどの後部での牽引が可能。



シードマチックと同等の機能

シードマチック特有の播種床を形成するタイン、スポンジフィード、牽引用トレールキットを装備。



人と森林との関係

- 造林樹種として使われる種類は、世界全体をみてもわずか
- 世界では外来種を植えてきた一方で、日本は在来種によい木がある

•

人と森林との関係

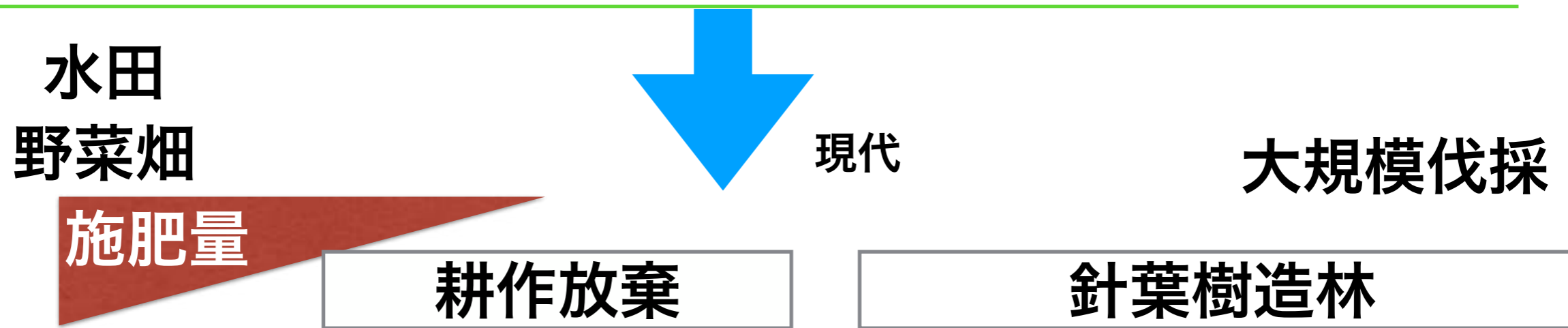
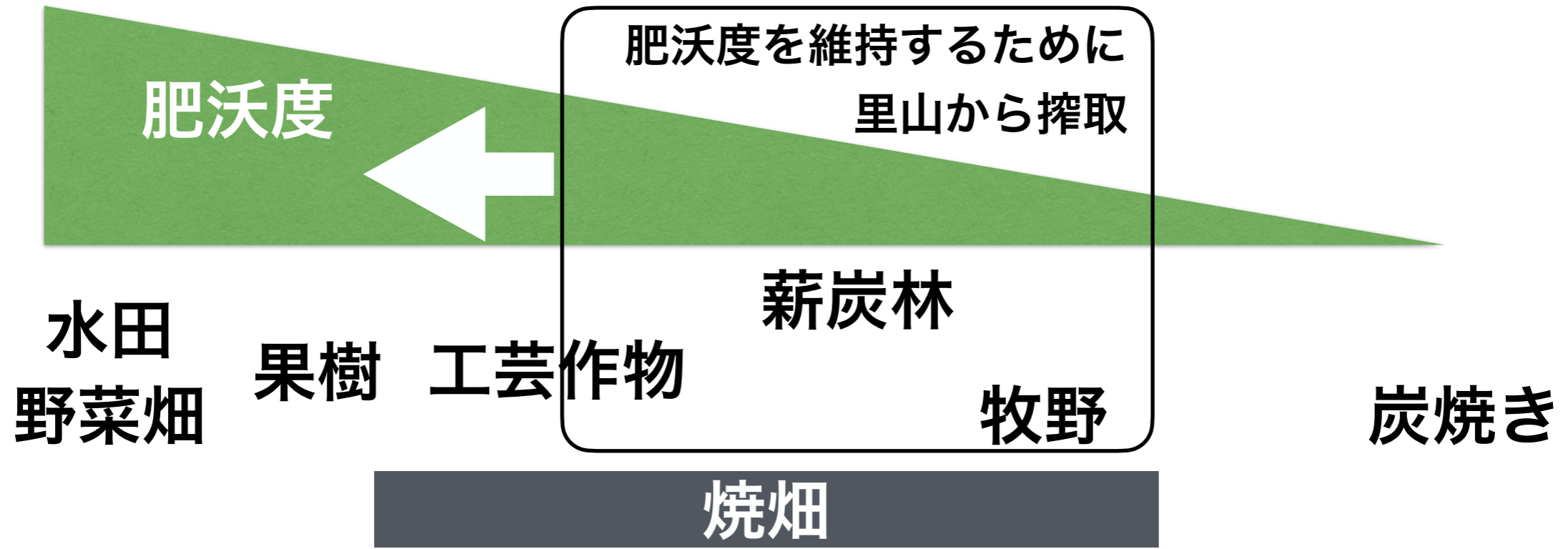
- 「里山」は耳に心地よい言葉として使われているが、以前の里山はほとんど存在しない
- 新たな農との関係を構築するべき時期に来ている

里山と奥山

里

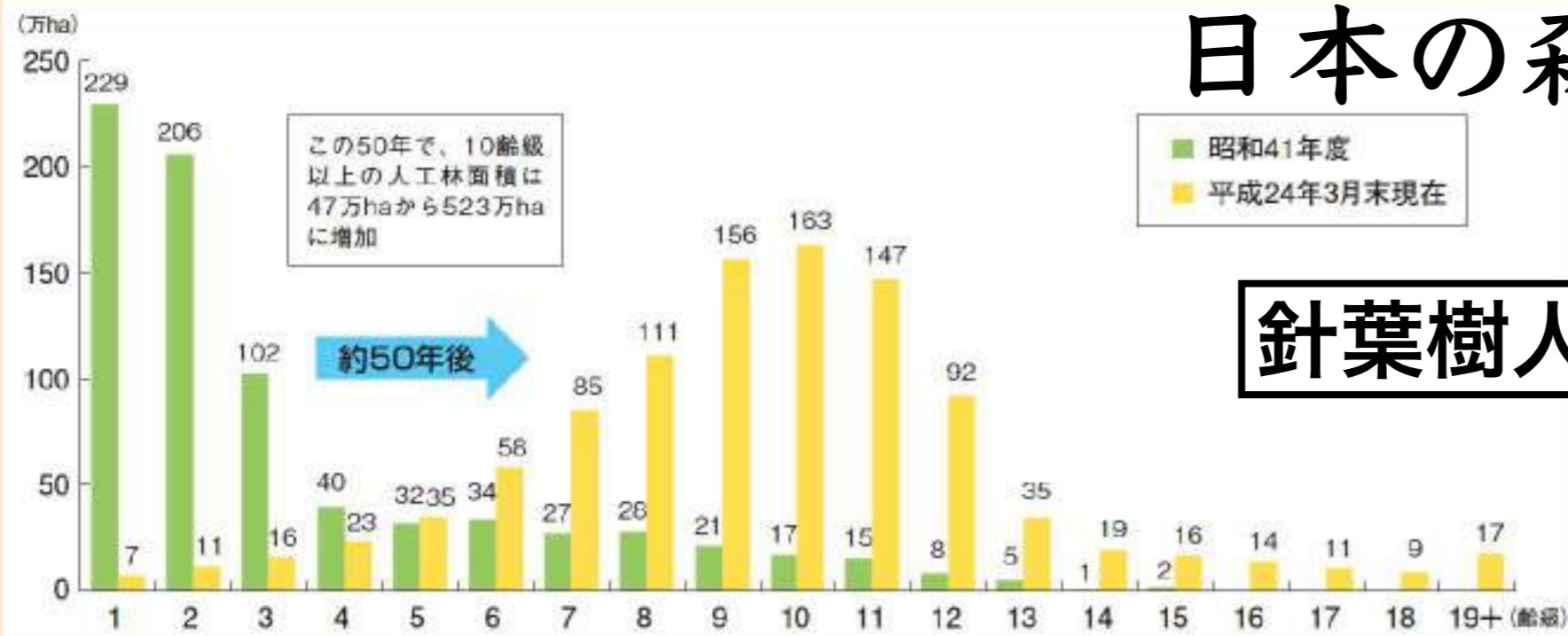
里山

奥山



外部から投入

資料 I - 29 人工林の齡級構成(昭和41(1966)年と平成24(2012)年の比較)



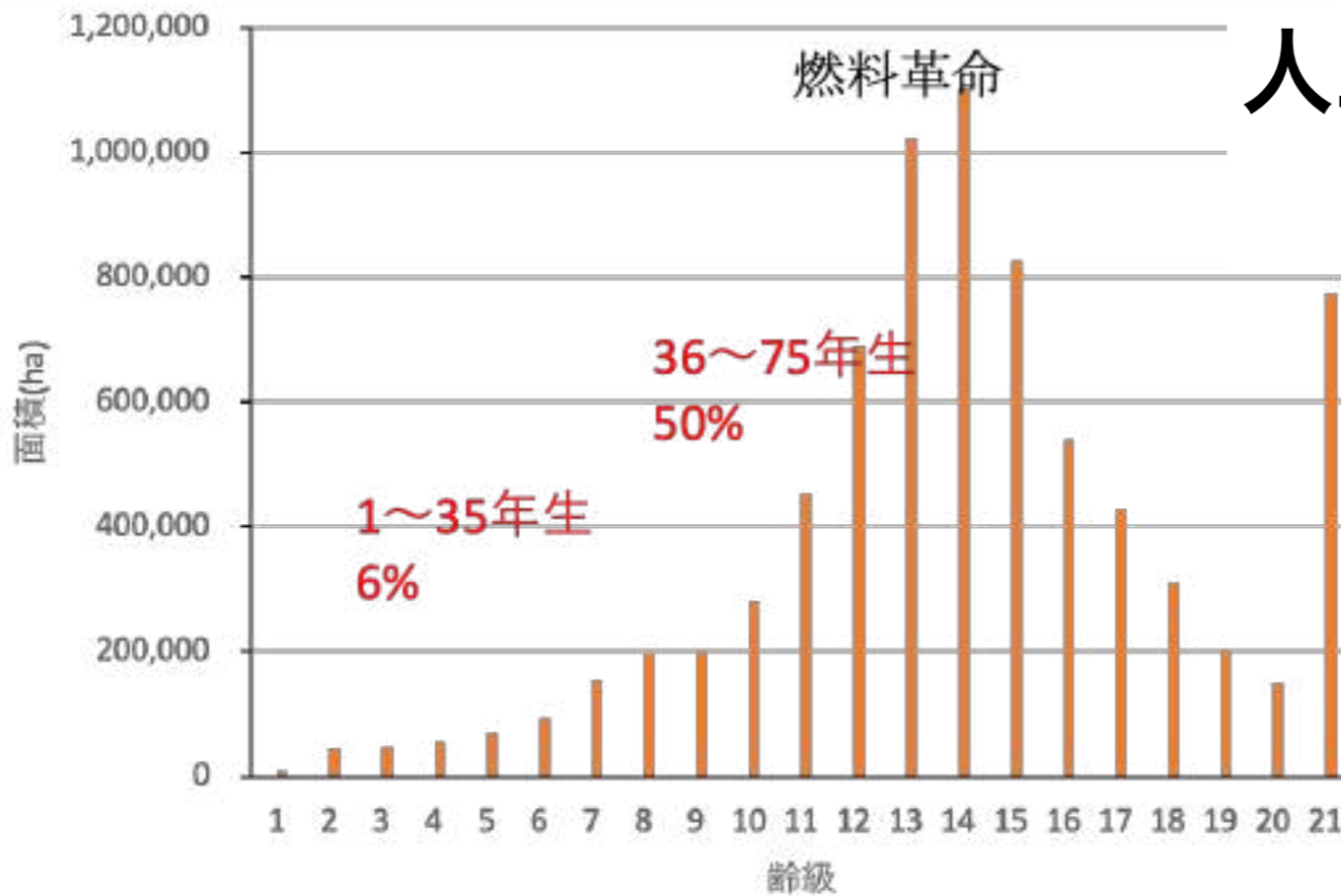
日本の森林の齡級構成

針葉樹人工林

注：齡級とは、森林の林齢を5年の幅でくくった単位。人工林は、苗木を植栽した年を1年生とし、1~5年生を「1齡級」、6~10年生を「2齡級」と数える。

資料：林野庁「森林資源の現況」(平成24(2012)年3月31日現在)、林野庁「日本の森林資源」(昭和43(1968)年3月)

森林・林業白書2013



人工林も天然生林も利用が停止
若い森林が極端に少ない

広葉樹天然生林

森田惇平修士論文 (2025)

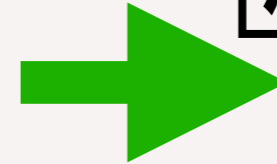
里山管理による多面的機能の発揮

森林が利用されていない

農閑期に伐採すれば作業道不要

下刈り不要で
広葉樹林が再生

伐採



日照確保、獣害減少で
収量増加

山菜の利用
防獣柵の設置、
管理が容易になる

防獣柵の設置、
管理が困難

伐採木の利用：菌床栽培用おが粉
熱利用のためのチップ

日照悪く野生動物
の侵入を許す

農地周囲の樹木伐採



長期にわたって手入れがされない
森林を伐採

- 日照の確保
- 野生鳥獣対策
- 伐採木の利用：オガ粉、燃料



二本松市針道



農と林をつなぎ直す

1960年代までの中山間

栄養元素

落葉、柴刈り

エネルギー

薪・炭

慣行農業

化学合成肥料

コンパクト

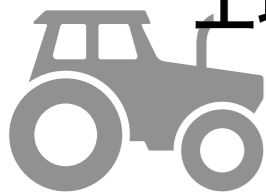
品質一定

化石燃料

液体、ガス

エネルギー高密度

化学肥料高騰、化石燃料依存
土壌劣化、担い手不足



保全的な管理

地域資源の活用

学校給食の地産地消、有機食材の採用
環境負荷の少ない持続可能な農林業

有機物循環（堆肥）

- コスト削減、物質循環の健全化
- ✗品質が不安定、広い場所が必要、散布の労力

木質バイオマス燃料

- 中山間地で持続利用可能
- ✗エネルギー密度の低さ、乾燥、燃焼
機器

地域資源の活用により持続可能で低コスト