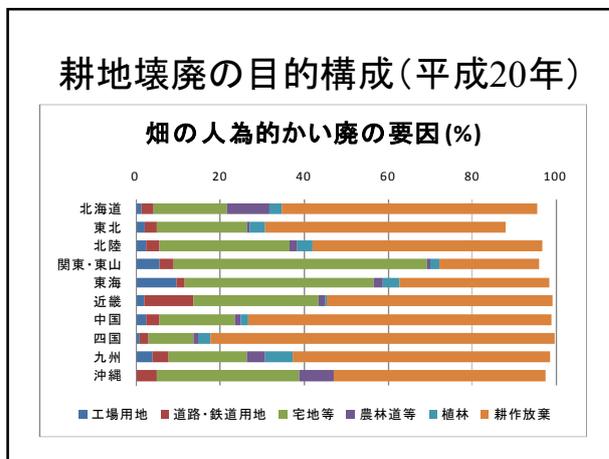
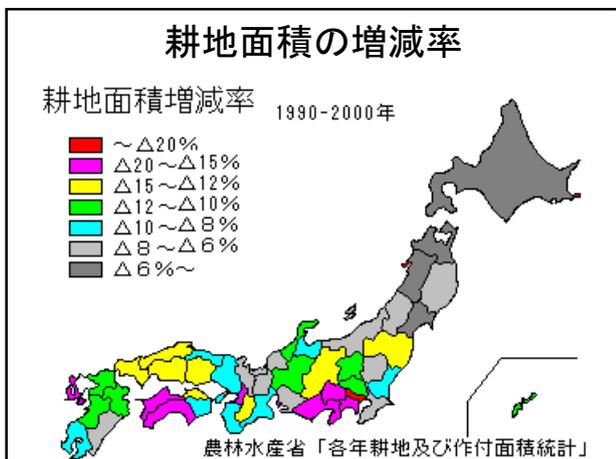


日本の農耕地面積の減少

Decrease of arable land area in Japan

- 平成3年から21年にかけて、総耕地面積11%、水田11%、普通畑7.7%、樹園地32%、牧草地4.6%が減少し、総耕地面積は461万haとなった。
- 影の日本列島の耕地面積は1700万haであるから、食糧自給はますます困難になっている。



土壤劣化のメカニズム

- 土壤有機物の消耗
- 土壤団粒構造の破壊
- 土壤微生物の減少・微生物組成の単純化
- 養分バランスのかたより
- 土壤侵食(水食・風食)
- 酸性化
- 塩類集積
- 土壤の堅密化
- 優良農地の転用

畑土壤における塩基飽和度の低下と酸性化

酸性化の要因

- 雨水への炭酸の溶解
- 栽培作物による塩基の吸収
- 肥料による酸性化（生理的酸性肥料）
- 作物に吸収されなかった硝酸塩イオンが、土壤から交換性カルシウムを放出させ、雨水とともに下方へ流出する。

2:1型結晶性粘土鉱物と土壤酸性の発現

2:1型結晶性粘土鉱物
(スメクタイト、バーミキュライト、イライトなど)

- 同形置換による永久陰荷電を持つ。
- 電離度は高く、強酸的性質を持つ。

1:1型結晶性粘土鉱物と土壤酸性の発現

1:1型結晶性粘土鉱物（カオリナイト、ハロイサイトなど）

- 粘土鉱物の端面のシラノール基の電離による陰荷電をもつ。
- pHに依存する荷電であるが強酸的。

アロフェン、イモゴライトと土壤酸性の発現

非(準)晶質粘土鉱物
(アロフェン、イモゴライトなど)

- シラノール基やアルミノール基の電離による陰荷電をもつ。
- pHに依存する荷電である。電離度は低く酸性的性質は弱酸的。

養分保持能力

- 陽イオン交換容量（Cation Exchange Capacity, CEC）
- 粘土鉱物の陰荷電
- 腐植のカルボキシル基の解離による陰荷電

単位 me/100g cmol/kg cmol_c(-)/kg

土壌が帯びる負電荷

永久陰荷電

1) 2:1型粘土の同像置換

pH依存性荷電

2) 1:1型粘土やアロフェンの

破壊原子価 SiO^-

3) 腐植の酸性官能基

COO^- , フェノール性 O^-

アロフェン質黒ボク土と 非アロフェン質黒ボク土

アロフェン質黒ボク土:

- 比較的新しい火山灰に由来。
- アロフェンの緩衝作用により、塩基飽和度の低下が著しくなければ酸性害の発生は弱い。

非アロフェン質黒ボク土:

- 非常に古い火山灰に由来。大陸からの広域風成塵(黄土、レス)の影響も大きい。
- Al-バーミキュライトなどの結晶性粘土鉱物に富む。
- 腐植層には多量の腐植-アルミニウム複合体が存在。
- 従って、塩基飽和度の低下に伴い、酸性化による強い生育障害が発生する。

アルミニウムの酸としての働き

- アルミニウムイオンは水と反応して水素イオンを放出する。従って酸性を示す。
- $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$

アルミニウムイオンが水素イオンを放出するしくみ

- $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_2^{2+} + \text{H}^+$
 $pK_a = 4.9$
- $\text{Al}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_2^{2+} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})^+ + \text{H}^+$
- $\text{Al}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})^+ \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{H}^+$

リン酸の適正施肥

高度成長期以降水田の野菜作付への転換や、果樹の高品質化などの要因によりリン酸の施用量は増大し、土壌中の可給態リン酸の過剰や、耕地系外への流出による湖沼水質汚染などが問題となっている。

リン酸の適正施肥 (2)

- 樹園地や施設土壌の可給態リン酸の平均値(Truog法)は127mg, 255mg/100gと改善目標値上限(100mg/100g)を大幅に超えている。普通畑の可給態リン酸の平均値は67mg/100gであるが、Truog法による可給態リン酸の適正濃度範囲は10~30mg/100gなので、いずれの土地利用下でもリン酸は過剰に施用されている。

畑土壌の改良

酸性土壌の改良

速効性資材

- 生石灰 (酸化カルシウム CaO)
- 消石灰 (水酸化カルシウム Ca(OH)_2)
- せっこう (硫酸カルシウム CaSO_4)

緩効性資材

炭カル (炭酸カルシウム カルサイト CaCO_3)

苦土カル (炭酸マグネシウム、マグネサイト MgCO_3)

苦土石灰 (ドロマイト $\text{CaMg(CO}_3)_2$)

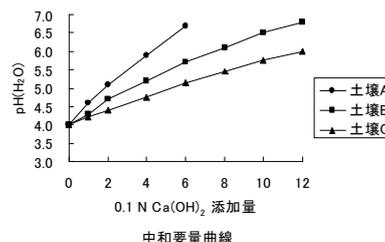
実際には MgCO_3 含量10~50%の天然鉱物肥料の苦土石灰は約15%のMgを含む)

石灰資材施用量の決定法

緩衝能曲線法

- pHを6.5までに高めるのに要する資材料を酸性改良目標深(通常15cm)から計算する。

石灰要量曲線の作成



畑土壌における下層土の化学的性質の重要性

- 塩基類や硝酸塩の下層への溶脱
- 畑作物は根の発達が良い、1m付近に活動中心域があるものが多い。
- オオムギの養分吸収 窒素の全吸収量の50%、元肥窒素の約90%が下層土から吸収されている(三枝ら 1983)。

下層土の改良

- 深耕、下層土への土壤改良資材やリン酸肥料の施用
- 心土耕、改良反転耕による下層土への改良資材の施用
(下層土の作土への混合が起きないようにする)

深耕と土壤改良

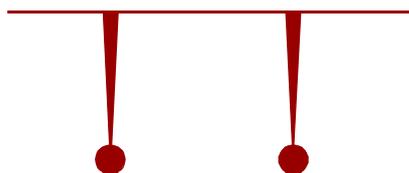
作土深の改良目標

- 畑作物 25cm以上、根菜類 30cm以上、長根菜類60cm以上
- プラウ、深耕ロータリーの使用
- 長根菜類 トレンチャー 深さ60~100cmの植溝
- 下層土と作土の混和の問題

心土耕

- 水田におけるすき床、畑における耕盤層
- 緻密な重粘層や礫層からなる下層土
- 作土と心土を混合させたくない場合
- 心土破碎 リッパー、サブソイラーの使用
- 有材心破(ゆうざいしんぱ)

有材心破(ゆうざいしんぱ)



パーク、そだ木、もみ殻など

サブソイラー



天地返し

- プラウ耕などで表層土と下層土を反転して、それまでの下層土を作土として利用すること。
- 水田：老朽化水田対策
- 畑：表層より下層土の性質がすぐれている場合や、下層の薄い礫層を破壊する場合などに行われる。

天地返しの問題点

- 未耕地のような下層土を新たに作土として利用するため、多量の土壌改良資材や肥料が必要になる。

有機物施用の効果 土壌化学性の改善

三要素および微量元素の供給、調節、陽イオン交換容量の増加、酸性緩衝物質、養分の溶解促進、有害金属・農薬との吸着、活性アルミニウムの抑制、リン酸の有効化

有機物施用の効果

- 土壌物理性の改善(団粒化促進、透水性と保水性の改善、地温上昇)
- 土壌生物性の改善(土壌微生物数の増加と多様化、土壌病害抑制)
- 生理活性(ホルモン様)効果

堆肥・厩肥の適正施用量

- 水田：1 - 1.5 t / 10 a
- 普通畑：1.5 - 3 t / 10 a
- 樹園地：草生栽培や敷わら利用の促進(農水省 地力増進基本指針より)

有機物施用に関わる困難性

- 堆肥化原料の偏在・不足
- 堆肥製造、堆肥散布作業の重労働
- 堆肥製造に技術・熟練・設備が必要
- 堆肥成分・肥効のバラツキ

有機物施用に関わる困難性(2)

- 抗生物質耐性菌・病原菌の存在
(低温で製造した場合抗生物質耐性菌・病原菌は生き残る。70℃以上での発酵が必要)
- ソウカ病などの土壌病害を助長
- 堆肥化原料の重金属汚染

有機栽培野菜と慣行栽培野菜に成分の違いはあるか？

- 慣行栽培野菜との間に違いがあるかどうかについて明確な結論は得られていない。
- 「有機野菜」そのものの標準品がなく、個別に有機栽培と慣行栽培の比較を行っても単なる事例とならざるをえない。
- 化学合成物質の添加がなければ様々な種類の肥料や土壌改良資材を施用できる。有機物の施用効果や野菜の品質に及ぼす影響もその種類によってかなり異なる。

畑作における輪作の意義

- 土壌有機物の供給と維持
- 窒素の天然供給力の増大
- 土壌の物理性の改善
- 土壌養分の吸収域の拡大
- 土壌養分のバランスの維持
- 土壌の侵食防止

畑作における輪作の意義(2)

- 土壌伝染性病害虫の抑制
- 雑草の抑制
- 労働力配分の均衡化
- 土地利用率の向上
- 危険分散

作物の生育に対する前作物の影響(1)

- 土壌水分の有効性
- 土壌養分の有効性
- 病害虫密度
- アレロパシー物質の有無

作物の生育に対する前作物の影響(2)

- 土壌の物理性
- 土壌の生物性
- アーバスキュラー菌根菌の密度(非宿主作物か宿主作物か)
- 未解明の要因