



HOKKAIDO
UNIVERSITY

2025年11月29日 日本学術会議
公開シンポジウム「土の教育」始めませんか？」

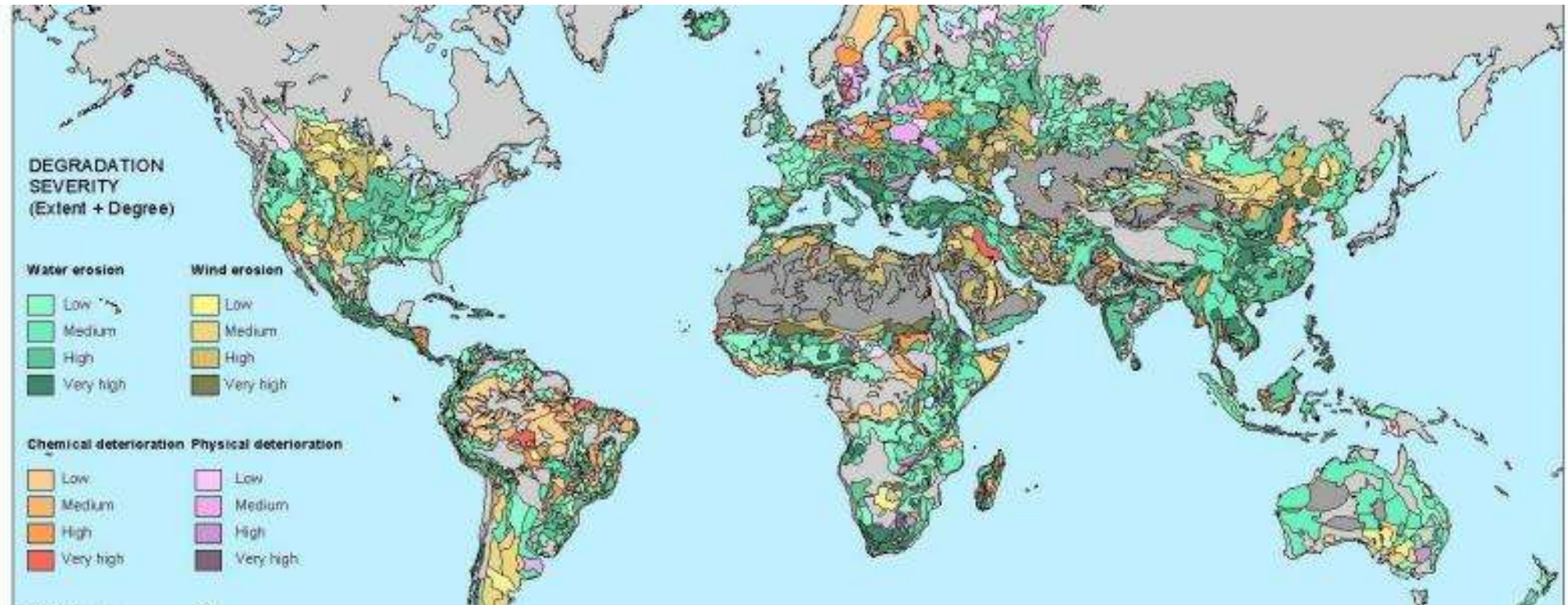
土壌の健康とはなんだろう



波多野隆介

北海道大学大学院農学研究院

土壌劣化が進行している(Oldemanら 1991)



- 世界の陸域約**150億ヘクタール**の**30%**が農業に関わる土地利用であり、**10%**が耕作地として利用されてきた。しかし、不適切な土壌管理により土壌全体の**23%**は劣化していると見積もられている(UNEP, 2014)。

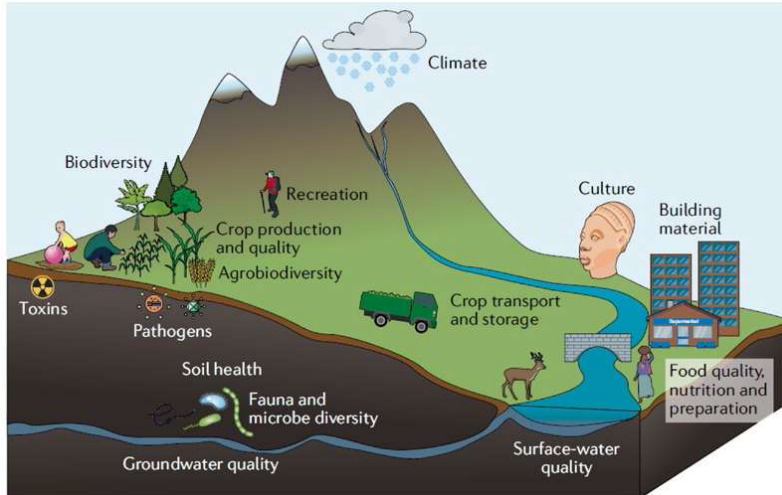
Oldeman, L. R., Hakkeling, R. T. A., & Sombroek, W. G. (1991). World map of the status of human-induced soil degradation : an explanatory note, 2nd. rev. ed. ISRIC. <https://www.isric.org/documents/document-type/isric-report-199007-world-map-status-human-induced-soil-degradation>



HOKKAIDO UNIVERSITY

土壌が提供する生態系サービス(Adhikari and Hartemink 2016)

- 土壌は、大気圏、岩石圏、水圏、生物圏の要の位置にある。
- 健康な土壌は食料生産を含む生態系サービスの多くを提供する(Adhikari, Hartemink, 2016)。
- 土壌からの生態系サービスは、気候変動の緩和と適応に直接間接に関わり、地球の健康の持続性の鍵である。



供給サービス

濾過機能により淡水を生成し、農産物、繊維材、燃料材を生産し、建材などの材料となる。

調整サービス

大気成分の恒常性を保ち、侵食、洪水、水利用を調整し、水を浄化し、生物多様性を維持する。

土の生態系サービス

文化的サービス

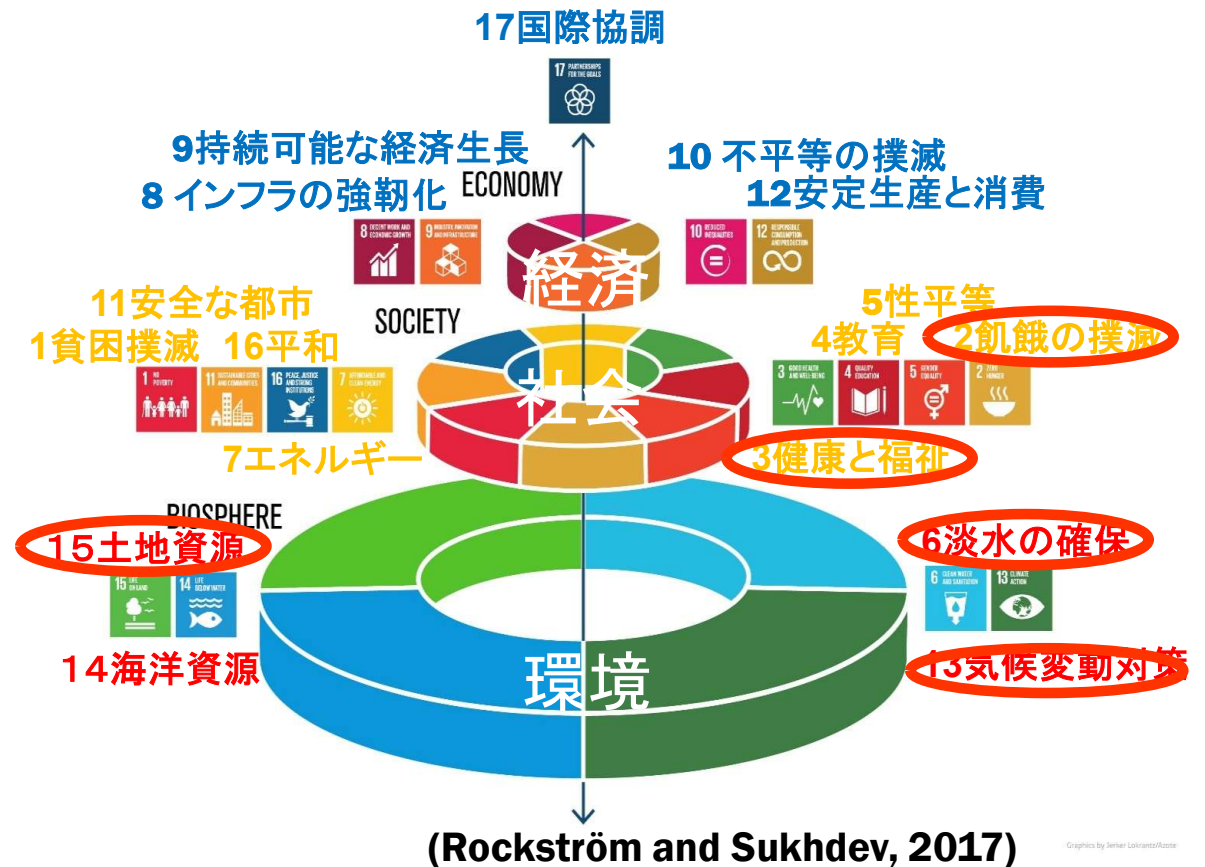
地域固有の景観の基盤となり審美を提供して、余暇やツーリズムに寄与する。

基盤サービス

土壌生成を通して水・エネルギー・元素循環を作り出し生物生息場を提供する。

持続可能な開発目標(SDGs)における土壌(Lalら 2021)

- **SDGsは経済、社会、環境の3つの側面を統合的にとらえて課題解決に取り組む国際目標。**
- **土壌は以下の5つの目標に直接関与(Lal et al., 2021)。**
 - **SDG2**「飢餓をゼロに」
 - **SDG3**「すべての人に健康と福祉を」
 - **SDG6**「安全な水とトイレを世界中に」
 - **SDG13**「気候変動に具体的な対策を」
 - **SDG15**「陸の豊かさも守ろう」



Lal, R. et al. (2021) Soils and sustainable development goals of the United Nations: An International Union of Soil Sciences. Geoderma Regional 25. e00398.
 Rockström and Sukhdev (2017) The SDGs wedding cake



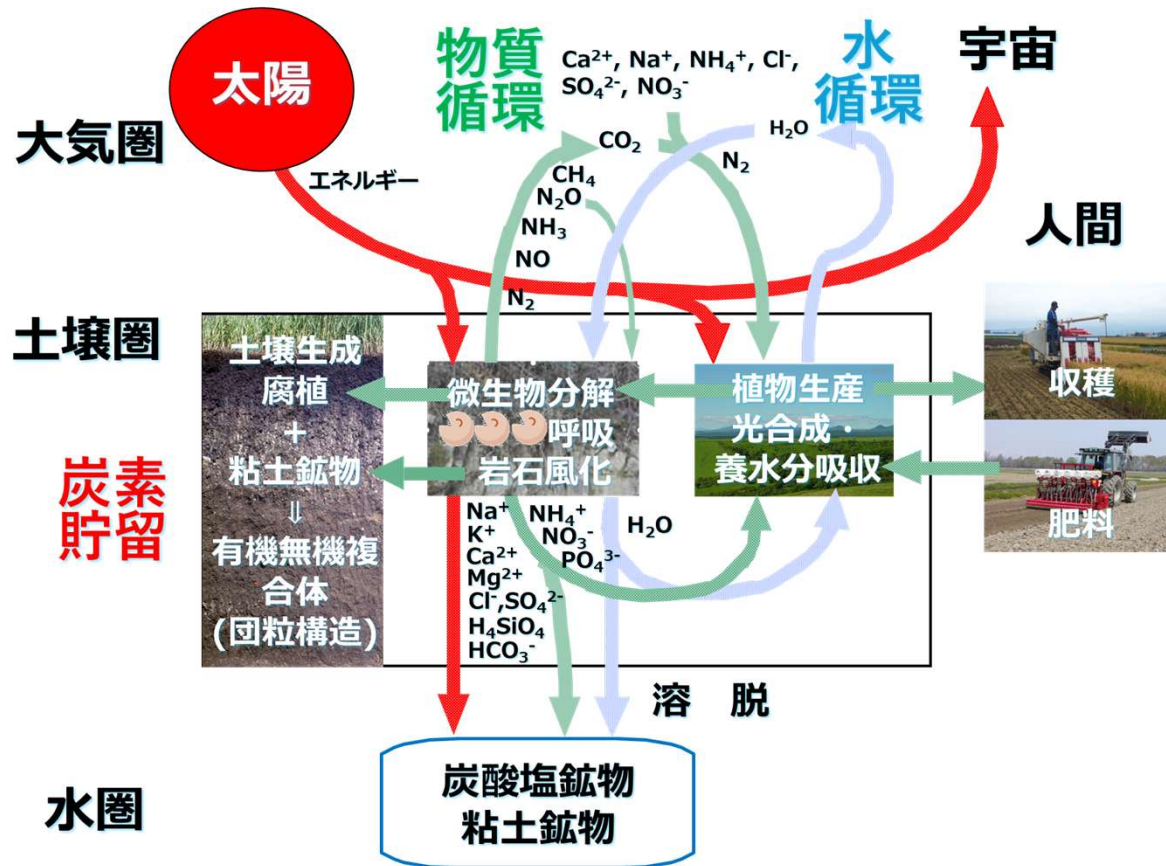
HOKKAIDO UNIVERSITY

プラネタリーバウンダリー(EAT-Lancet 2025)

- **SDGs**が目指す「持続可能な社会」は、プラネタリーバウンダリーが示す「地球の限界」の中で達成されなければならない。
- しかし、**2024年**には以下の**7つ**が安全領域(右図の緑)を超過。
 - 気候変動(**CO₂**排出)
 - 生物圏の健全性(生物多様性喪失)
 - 淡水の変化(河川・土壤水分)
 - 陸域システムの変化(森林被覆)
 - 生物地球化学的フローの変化(窒素とリンの負荷)
 - 新規化学物質汚染(マイクロプラスチックや放射性廃棄物など)
 - 海洋酸性化。



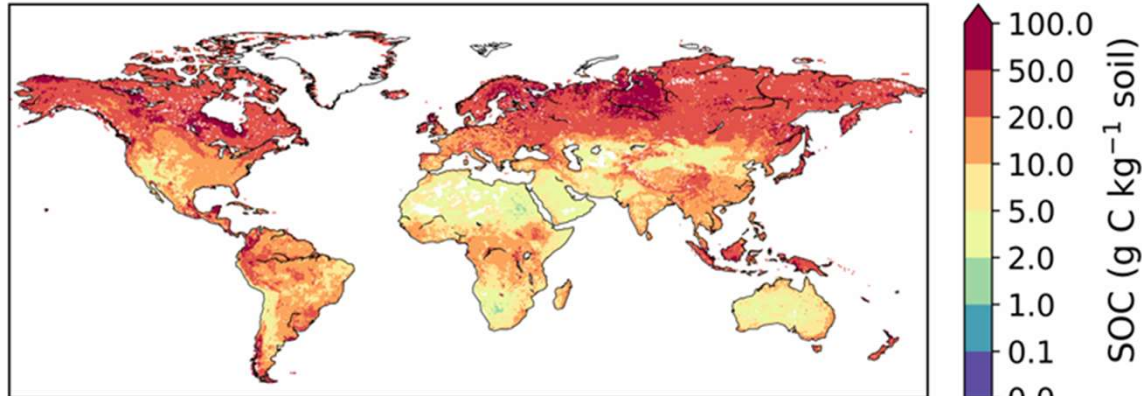
土壌生成過程を通して土壌に炭素が蓄積する一土から食料を収穫している（Hatanoら 2021）



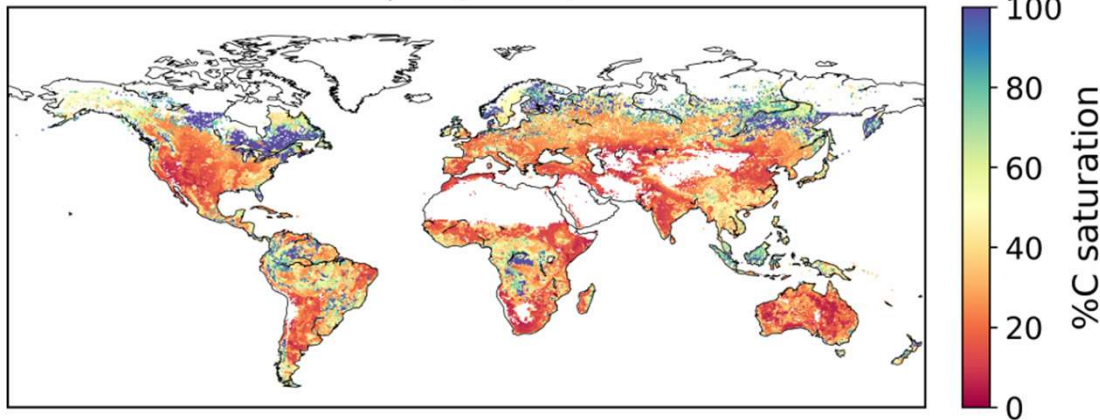
- 土壌の生成過程においては、植物生産と有機物分解および鉱物の風化が水循環と物質循環を助長する。
- その過程で腐植と粘土が生成し炭素貯留が進み、土壌構造が発達し保水性、透水性、通気性にすぐれた土壌が生成する。
- 同時に、水圏への栄養塩の溶脱や大気圏への温室効果ガスの排出などの負荷を起こす。
- 人間はこの過程から施肥と収穫により、食料を得ている。土壌に負荷をかけている。
- 土壌の健康は、「土壌への負荷を回復し土壌生成過程を維持するとともに、大気圏、水圏へ負荷を起こさない土壌の能力」となろう。

土壌有機炭素含量、有機無機複合体の飽和度はさまざま (Georgiouら 2022)

a) 表層0—
30cmの土壌
有機炭素
(SOC)の含
有率



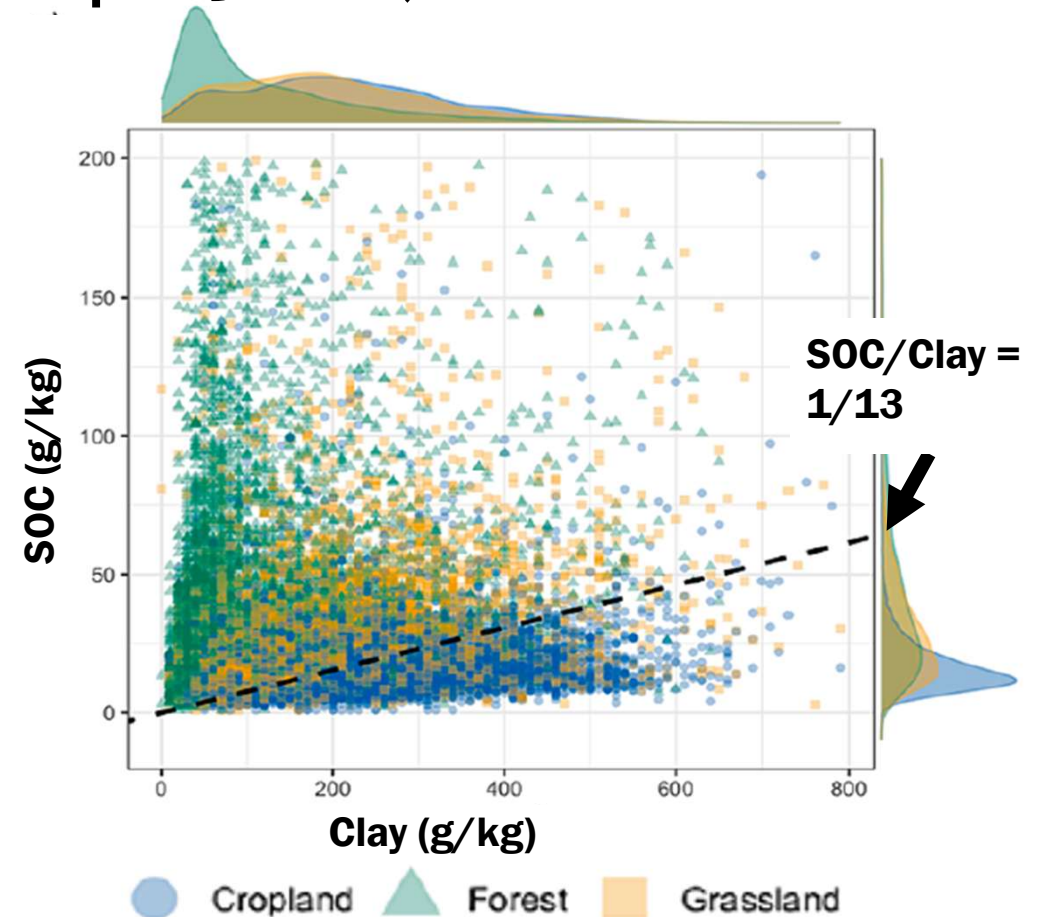
b) 表層0—
30cmの有機
無機複合体
の飽和度



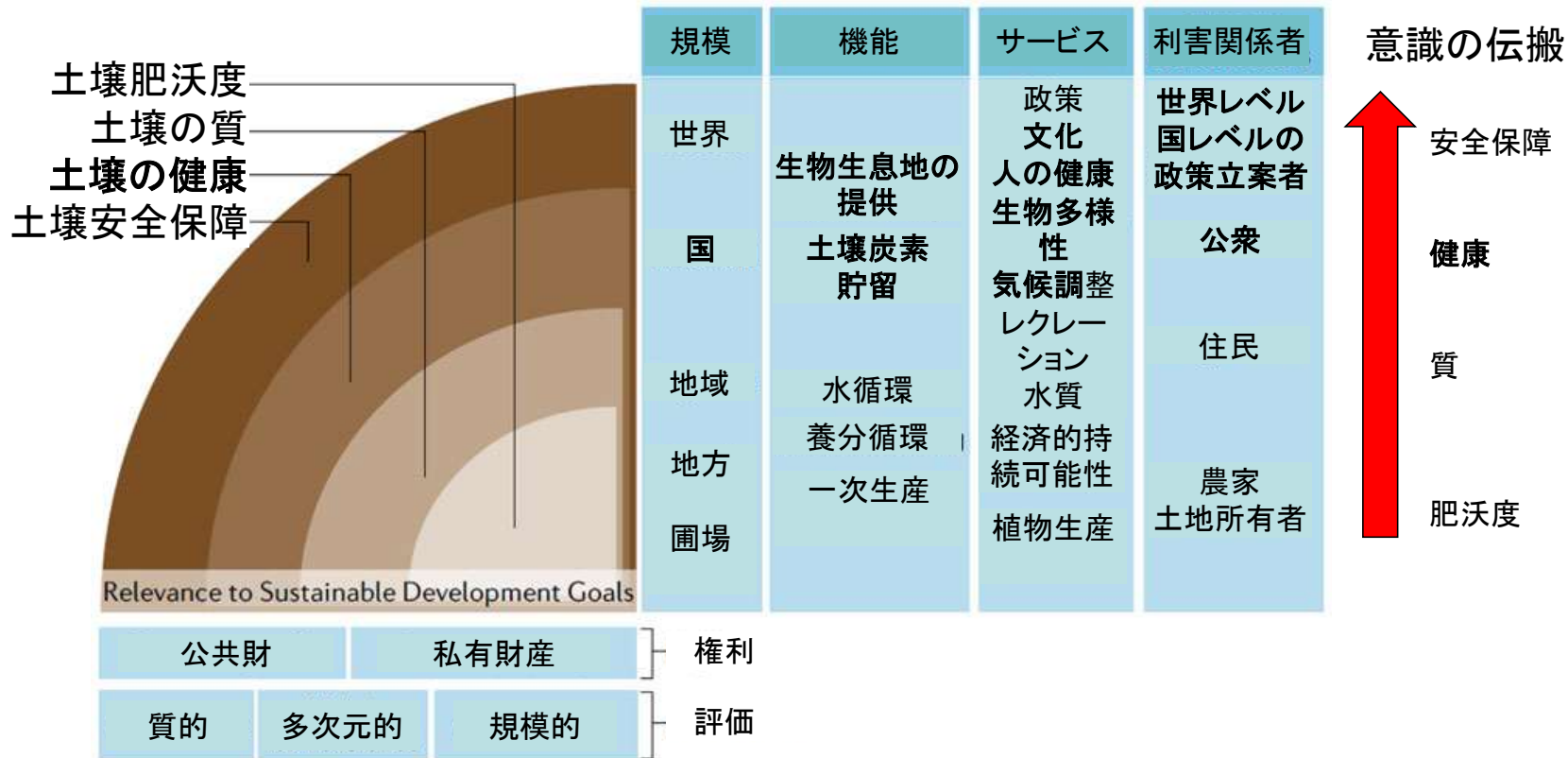
- 土壌有機炭素は北方で高く、高山、湿地で高く、乾燥地、砂漠で低い(上の図)。
- 有機無機複合体の飽和度は北緯**50度**以下の温帯で低い傾向。世界の平均は**43%**。

農地は土壤有機物の消耗で劣化している (Mäkipää ら 2024)

- 土壤有機物は、土壤微生物によるリター分解、病原体制御、汚染物質分解、栄養塩循環といった土壤の多機能性を向上させ、植物生育を良好にする。
- しかし、EU諸国の調査では表層20cmの土壤は、農地は草地や森林よりも土壤有機物が消耗し、とくに粘土含量 (Clay) あたりの土壤有機炭素 (SOC) が低い (右図)。
- 土壤構造の劣化指標である SOC/Clay 比 < $1/13$ は、農地で51%、草地では16%、森林では4%だった。



土壌の健康は土壌肥沃度と土壌の質に依存し、土壌の安全を保障する(Lehmannら2020)



- **FAO**は土壌の健康を「陸上生態系の生産性、多様性、環境サービスを維持する土壌の能力」と定義。
- 植物生産を決める土壌肥沃度は農家や土地所有者の土壌の扱いに影響される。
- 大気ガス組成、水質、生物多様性を決める土壌の質はその地域の住民の環境への意識に影響される。

- 農家や住民の活動や意識の向上が土壌の健康への公衆の関心を高め、土壌の安全を保障する。

おわりに

- **2015**年に採択されたパリ協定に基づき、世界の平均気温上昇を**1.5°C**に抑えることが目標となっており、日本政府は**2050**年までの炭素中立を宣言し、**2040**年度の排出量**73%**削減を目指している。
- しかしながら、**2024**年すでに平均気温は**1.55°C**の上昇を記録しており、対策が履行されるまでの間も温暖化は進行するため、現状の土壌管理を続けていけば土壌は激甚的な劣化に見舞われると懸念される。
- **IPCC(2019)**の土地と気候変動のレポートでは、土壌劣化への対応は早ければ早いほど効果があるとしていた。
- 土壌の健康状態は地域の土地利用に強く影響を受け、さまざまである。地域住民が自らの土壌の健康状態を理解し、適切な対策を講じられるようになることが望まれる。

