

農業の LCA における農法別インパクト評価へのチャレンジ

Challenge towards impact assessment considering different farming methods in agricultural LCA

湯龍龍・神山和則・レオン愛

Longlong Tang*, Kazunori Kohyama, Ai Leon

1. はじめに

農業活動による環境影響は、農地管理方法によって変わることが知られている。例えば、水田から排出される CH₄ ガスは湛水と落水期間の違いで異なり、稲わらの処理方法によっては土の炭素貯留量が変わるなどがあげられる。より環境影響の小さい農地管理方法の導入が求められる。しかし、ある環境影響を削減するために導入された農地管理方法は、別の環境影響を増加させてしまう場合がしばしば見られる。異なる環境影響を総合的に見ることも農法の選択において重要と言える。

LCA は ISO により国際規格化されてから、工業製品だけではなく、様々な分野における評価事例が見られるようになってきた。近年は、世界範囲での LCA 用データベースの構築とインパクト評価手法の開発が盛んに行われている。LCA のインパクト評価は、主に環境問題ごとに評価する特性化と、異なる環境影響を単一指標化する統合化に分けられる。特性化は、評価対象の環境影響を詳細に示す点に特徴があり、かつ、主な環境問題の特性化方法（例：温暖化は GWP）の合意性が高い。それに対して、統合化は評価手法がまだ開発途上であり、結果の不確実性も大きい。現在活用されている統合化手法として、問題比較型と被害算定型がある。典型的な問題比較型手法である DtT (Distance to Target)法は、環境政策目標に対する達成度に基づいて各影響項目の重要度(重み)を決定し、複数の影響項目を直接単一指標化する方法である。政策目標が経済的状況によって変わりうる、かつ、目標までの距離は必ずしも影響の大きさを示すものではない点に留意する必要がある。被害算定型統合化は、各影響項目が共通のエンドポイント（例：健康、生態系、資源）への被害量を算定したうえで、数少ないエンドポイント間でアンケート調査により得られる支払意思額あるいは無次元の重みづけ係数で単一指標化する方法である。被害算定型手法は透明性が比較的高く、金銭評価が可能であるため、インパクト評価手法開発の主流になりつつある。なお、土台である被害評価の手法開発が遅れている（例：地球温暖化の健康影響と生態系影響）ことを留意する必要がある。

近年、環境影響の少ない農業システムへの移行が求められる中、有機農法と慣行農法を対象とした LCA 研究が数多く蓄積されてきた。本稿は LCA を農業に適用する場合、農法による環境影響の違いを表現する観点で、インパクト評価手法の課題を整理したうえで、農法別土地利用の影響評価に向けた文献調査研究と地球温暖化の健康被害評価研究を紹介する。

*農業環境インベントリーセンター

Natural Resources Inventory Center

インベントリー，第 13 号，p15-17 (2016)

2. 農法別評価におけるインパクト評価の課題整理

特性化について、特性化係数が欠落している影響項目として、水利用と生態毒性があげられる。農業の取水量が大きく、水資源の少ない地域では影響が大きいものと考えられるため、取水源や灌漑方法によって影響が変わりうる。現状は、水の種類（雨水、河川水、地下水など）や地域性を持った特性化係数はまだ開発中である。また、生態毒性の場合は、化学農薬の特性化係数が存在するが、有機農薬の係数はまだない。一方、農法別評価に向けて特性化係数の改善が求められる影響項目として土地利用があげられる。これまでは、土地面積を指標とする特性化係数が使われているが、同じ面積でも農法によって生じる生態系影響が異なることが考えられるため、農法別の特性化係数の開発が求められる。

統合化については、環境影響項目間にトレードオフが生じる場合の農法間比較に貢献するが、結果の不確実性の低減、被害評価の網羅性と精度の向上が求められる。特に、地球温暖化の場合は、生態系影響の評価手法の欠落と、健康影響評価の不確実性が大きい点が課題である。

3. 農法別に土地利用の影響係数を開発するための文献調査研究

ここでは、手法開発に必要な現状整理のための文献調査を行った結果を紹介する。文献調査の対象について、Scopus より、peer reviewed article、2000~2015年を限定し、Life cycle assessment + organic + conventional + land use をキーワードで検索した結果、15件がヒットした。また、農法間の比較はしなくても、農業の土地利用の影響評価を行う最近の文献4件を加えて、合計19件の文献を調査した。その結果、土地利用の特性化で面積を指標とする農法間比較研究が12件であり、いずれも有機農法の特性化結果が大きかった（表1）。しかし、生態系影響を考慮する土地利用の影響係数を使用する研究は4件あり、いずれも農法別に評価していないが、うち3件は農法別評価の重要性を言及している。一方、農法別、かつ、生物多様性まで評価化した土地利用の影響係数を提案した文献は2件である。その結果は、有機農法の土地利用面積が大きいのが、影響が逆に小さかった。生物多様性影響に限られるものの、農法別の生態系影響を考慮する土地利用の係数を使用した場合は農法間で土地利用の結果が大きく変わる可能性があることが示唆された。

4. 将来社会像を考慮するCO₂の健康被害係数の開発研究

CO₂排出による健康影響は将来にわたって生じるため、将来の経済発展や人口成長に影響される。これはCO₂健康被害係数の不確実性が大きい要因の一つである。本研究はCO₂の健康被害係数を将来社会像に応じて推計する枠組みを開発し、SRES (special report on emission scenarios) シナリオ別の被害係数を算定した。図1に被害係数の算定フローを示す。将来の気温上昇量と将来のベース死亡率（温暖化影響を受けない場合の死亡率）を、それぞれSRESのCO₂排出シナリオと一人あたりGDPシナリオに応じて推計することによって、SRESシナリオ別の被害係数の算定が可能となった。その結果、単位量CO₂の排出による健康被害は、SRESシナリオ間で約三倍まで広がることが明らかになった（図2）。将来の一人あたりGDPが高く推計されるA1BとB1シナリオは、ベース死亡率が低く抑えられるため、被害係数が最も小さかった。唯一欧州の既存研究ではシナリオ別に評価しておらず、本研究と同様に100年間評価期間を考慮した場合の値は約2.7E-7 DALY/kgとなり、SRESシナリオ別の結果の間に入る。なお、本評価方法は将来の気温上昇に応じて1°Cあたりの相対リスクを一定にしていることと、SRESシナリオごとの不確実性を示していないことに留意する必要がある。本研究成果の算定によって、温暖化由来の健康被害を他の環境影響要因による健康被害と比較する際

に、異なるシナリオを考慮した感度分析がLCA解釈で実施されることが強く推奨される。

表1：LCA事例評価における土地利用の評価

評価方法	文献数	インベントリー分析結果 (有機/慣行)	指標・単位*	インパクト評価結果 (有機/慣行)	指標・単位*	備考	文献
・農法比較あり ・影響評価なし	12件	1.1-4.5倍	m2/FU	-	-	・そのうち4件は土地利用の影響評価に言及している。例えば、土地利用の影響が未評価、土壌劣化の影響が未評価など。	Tuomisto et al. (2012)など (全リストはSIIに掲載)
・農法比較あり ・影響評価あり	1件	未表示	m2/FU	1.2倍	Ecosystem quality (Point/FU)	・EI99を使用。 ・影響係数は農法の違いを分けない。 ・Organicは土壌質への影響が未評価を課題と言及。	Mohamad et al. (2014)
	2件	1.5-3.0倍	m2/FU	0.2-0.5倍	Biodiversity (PDF/FU)	・管理方法の違いを分けた影響係数を使用。 ・Organicの影響係数が小さい。	Guerci et al. (2013), Mueller et al. (2014)
・農法比較なし ・影響評価あり	4件	-	-	-	・生態系サービス影響指標 ・生物多様性影響指標	・UNEP-SETAC Guidelineの提案指標を使用。 ・そのうち1件は農法の違いを示し、2件は農法の相違を今後の課題と言及。	Milà Canals et al. (2013), Helin et al. (2014), Antón et al. (2014), Piastrellini et al. (2015)

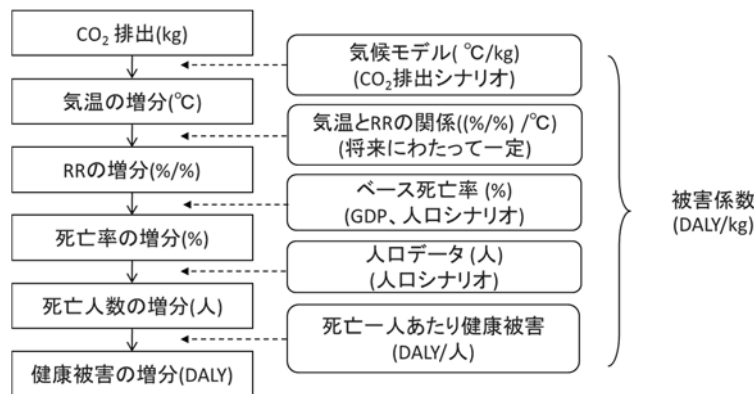


図1：SRESシナリオ別のCO₂健康被害係数の算定プロセス (RR:相対リスク)

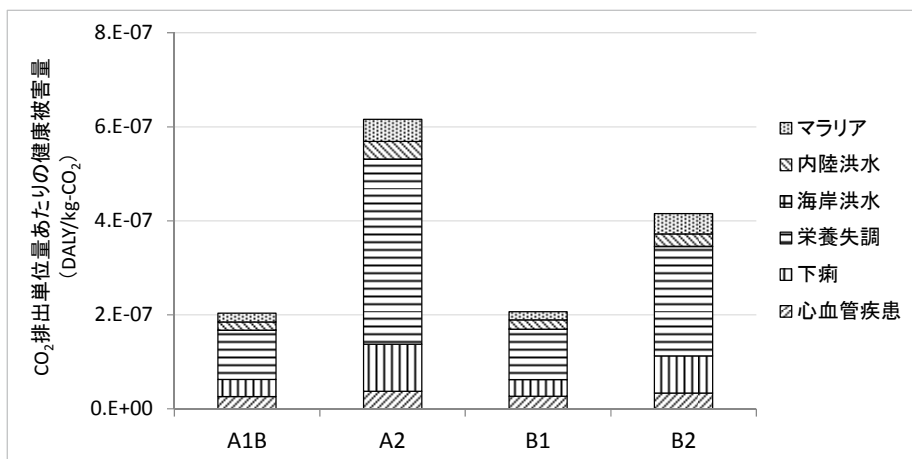


図2：SRESシナリオ別のCO₂健康被害係数

問い合わせ先

農業環境インベントリーセンター 湯 龍龍

電話：029-838-8353 e-mail：tanglonglong@affrc.go.jp