

地球を冷やす農業 Cool Farming

農業による気候変動への 影響と緩和策

著者: JESSICA BELLARBY,
BENTE FOEREID, ASTLEY HASTINGS
AND PETE SMITH FROM THE
UNIVERSITY OF ABERDEEN

GREENPEACE

For more information contact:
enquires@int.greenpeace.org

Authors: Jessica Bellarby, Bente Foeroid,
Astley Hastings and Pete Smith

School of Biological Sciences,
University of Aberdeen, Cruickshank
Building, St Machar Drive, Aberdeen,
AB24 3UU

制作:グリーンピース・インターナショナル
日本語制作:グリーンピース・ジャパン
2008年1月発行
2008年7月翻訳
東京都新宿区西新宿8-13-11 NFビル2F
TEL:03-5338-9800
FAX:03-5338-9817

greenpeace.or.jp





結論の要旨:

農業活動により、土壌や家畜から膨大な温室効果ガスが排出されている(直接排出)。また、間接的には化石燃料や農薬の生産、土地の農地化により温室効果ガスが排出される(間接排出)。世界中で行われる農業に起因する温室効果ガスの直接・間接排出量の合計は、CO₂換算8.5~16.5 Gt(脚注1,2)で、これは世界で排出される温室効果ガス全体の17~32%にあたる。(図1)

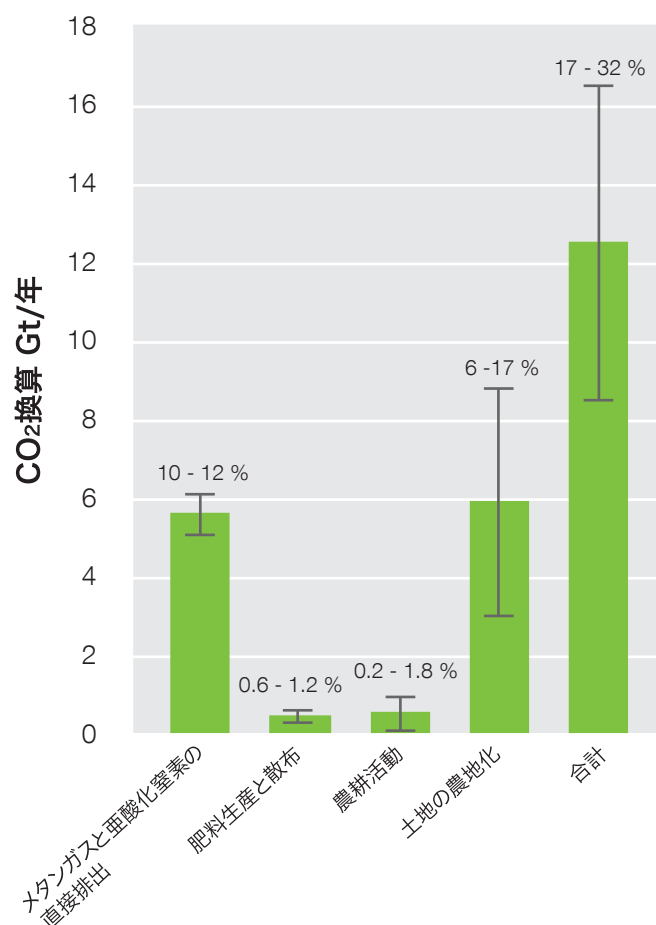
これまで観測された大気中の温室効果ガス濃度異常は、数千年前に始まった水稲栽培の発達のような、黎明期における農業の変化に関連づけられるだろう。20世紀になると、化学肥料の利用、新種開発(「緑の革命」)、大規模農業システムへの切り替えなど、農業はさらに著しい変化を遂げた。そしていま、これら「工業化」された農業の持続可能性が疑問視されている。

今日の工業化された農業活動が引き起こした環境問題を解決する鍵は、二酸化炭素の大きな吸収源(カーボンシンク)を確保し、気候変動の緩和策になりうる農法への転換である。例としては、農地管理の徹底(休閑地にしない、農薬の適正使用など)、放牧地の管理、二酸化炭素の吸収源になる有機土壌に戻すことなどがあげられる。肉の生産は、人間の食物連鎖に組み込むには効率が悪く、しかもそのプロセスで大量の温室効果ガスを排出する。したがって、肉の消費量を減らすことは、農業に起因する温室効果ガスの大幅削減につながる。つまり、農業の方法によっては、温室効果ガスを大量に排出する側から、あまり排出しない側、さらには二酸化炭素の純吸収源となるような側へと、立場を変えることも可能なのだ。

脚注1) 1Gt(ギガ・トン)=1Pg(ペタ・グラム)=10億トン。
CO₂換算を100万トンに変換するには1000をかければいい。
例: CO₂換算15.5 Gt = CO₂換算15.5 Pgまたは155億トン

脚注2) 温室効果ガスである亜酸化窒素(N₂O)とメタン(CH₄)の排出は、通常CO₂を1単位とする100年間の地球温暖化係数(GWP)で表すことができる。N₂OはCO₂の296倍、CH₄は23倍の温暖化係数をもっている。

図1. 農業活動別の温室効果ガスの排出量



世界の農業による温室効果ガス排出量の合計(土地利用変化に起因する排出量も含む)。直接排出(農業活動で発生するメタンガスと亜酸化窒素ガス)と間接排出(化石燃料の使用や土地の農地化によって発生する二酸化炭素)の合計。パーセンテージは世界の温室効果ガス排出量の割合。

まとめ: 農業における温室効果ガスの 主な発生源

農業活動によって直接排出される温室効果ガス量はCO₂換算5.1~6.1 Gt(世界全体の排出量の10~12%)である。主な内訳はメタンガス(CO₂換算3.3 Gt/年)と亜酸化窒素(CO₂換算2.8 Gt/年)で、二酸化炭素の排出量は非常に少ない(CO₂換算0.04 Gt/年)。

肥料を含む土壌から発生する亜酸化窒素(N₂O)と、畜牛の消化管内発酵によるメタンガス(CH₄)の排出量がもっとも多く、2005年の農業活動から排出される二酸化炭素以外の排出量のうち、それぞれ38%と32%を占める。亜酸化窒素の排出は主に、窒素肥料や土壌に散布される肥料とたい肥に起因する。肥料は過剰散布されることが多く、作物に十分吸収されないため、余った亜酸化窒素が大気中へと消える。その他の排出源は、バイオマスの燃焼(12%)、コメ生産(11%)、たい肥の管理(7%)である。(表1)

農業目的のための開拓(農業そのものよりも土地利用の変化)で在来植生を刈り取ってしまうことにより、生態系に含まれる大量の炭素が二酸化炭素(CO₂換算5.9 ± 2.9 Gt/年)として放出される。

温室効果ガスの発生源や排出量は地域によって大きく異なる。世界全体では、農業活動で排出されるメタンガスと亜酸化窒素は1990年~2005年にかけて17%上昇した。2030年までには、窒素肥料の利用と家畜生産の増加にともない、さらに35~60%の上昇が見込まれている。

表1. 農業による温室効果ガスの直接/間接排出

農業別発生源	100万トン
温室効果ガス	CO ₂ 換算
肥料を含む土壌からの亜酸化窒素排出	2128
畜牛の消化管内発酵によるメタンガス	1792
バイオマス燃焼	672
コメ生産	616
たい肥	413
肥料の生産	410
かんがい	369
農業機械(種苗、耕作、散布、収穫)	158
殺虫剤生産	72
農地化	5900

数字は、平均値を表すものである



図2. 農業による温室効果ガスの発生源（土地利用の変化を除く）

記号の読み方: CH₄(メタンガス)、N₂O(亜酸化窒素)、CO₂(二酸化炭素)



農薬と気候変動

前半では農業活動による温室効果ガスの直接排出について述べた。後半は、温室効果ガスのもうひとつの主な発生源である、農薬の生産について説明する。とくに、肥料の生産から散布までのサイクルは、工業的な農業全体に著しい影響を及ぼしている。肥料の生産はエネルギー多消費型で、年間300億～600億トン(CO₂換算 0.3～0.6 Gt/年)もの著しい量の温室効果ガスを排出している。これは、世界全体の温室効果ガス排出量の0.6～1.2%に相当する。肥料生産過程における最大の温室効果ガス排出源は、エネルギー供給による二酸化炭素の排出だが、硝酸塩(HNO₃)の生産からは亜酸化窒素ガス(N₂O)の形でさらに多くの温室効果ガスが放出される。農業の強化にともない、肥料に含まれる窒素量(N)の使用は1960～1961年の0.011Gtから2004～2005年の0.091Gtまで約9倍増加した。世界の無機肥料消費量は、中国の40%からアフリカの2%まで国によって差が大きい。

肥料生産と比べて、他の農業活動(耕作・苗種・農薬散布・収穫など)による温室効果ガスの排出は、CO₂換算 0.06～0.26 Gt/年と異なる。かんがいでの排出される温室効果ガスは、世界平均でCO₂換算 0.05～0.68 Gt/年である。殺虫剤生産時に排出される量は比較的少なく、CO₂換算 0.003～0.14 Gt/年である。

土地利用

農地に蓄積されている炭素量は、農地以外のあらゆる土地利用形態中でもっとも少ない(砂漠と半砂漠地域を除く)。したがって、土地を農地に転換することにより、結果的には炭素を排出することになる。しかし、実際の土地利用の変化による排出は不確定要素が高いが、推定CO₂換算 5.9±2.9 Gtとされる。土地利用の変化は主に、経済や法律によって決まるが、利用できる土地の有無も要因となる。世界で行われてきた莫大な農地拡大は終わったといわれるものの、熱帯雨林の伐採と農地への転換はいまだ大きな問題だ。世界の森林面積は年間4万3,000km²ずつ減少する一方、先進国では年間7,400km²ずつ増加すると推定されている。

畜産業

畜産による温室効果ガスは、家畜からの排出、たい肥管理、農薬の使用、土地利用の変化、化石燃料の使用など、多岐にわたる活動により、さまざまな影響をおよぼす。消化管内発酵は60%と、メタンガスからの温室効果ガス排出量としてはもっとも多い。世界の肉の消費量が、世界の家畜飼育量を定める。さらに、畜産部門では、家畜の放牧のために広大な土地を必要とするが、放牧から家畜飼料作物の栽培のためへと、土地利用の方法は移り変わってきた。

最近では高カロリーの飼料生産のため、ブラジルのアマゾン熱帯雨林は伐採され、家畜飼料となる大豆の生産農地に姿を変えてしまった。経済成長による肉の消費量増加は、集約的な畜産の拡大を助長するだろう。肉の消費量がもっとも急激に増加したのは、発展途上国だった(1960～1990年で77%増加)。これらの国は1960年には、先進国(家畜から27%のカロリー摂取)と比べてもっとも肉の消費が少ない国(家畜から8%のカロリー摂取)だった。羊肉や牛肉は食肉の中でもっとも気候変動への影響が大きく、地球温暖化係数は17で、CO₂換算 13 Gt/kgであるのに対し、豚肉や鶏肉はその半分以下ですむ。



緩和策

農業空間は、いまでこそ第2の排出元だが、排出量を減らす側、さらには二酸化炭素の吸収源へと生まれ変わり、気候変動を緩和する潜在的な能力が大きい。農業におけるCO₂削減策は幅広く、全体でCO₂換算6 Gt/年まで削減可能だ。しかし、二酸化炭素の価格が最高US\$100ドルt/CO₂換算まで伸びれば、経済原理によりCO₂換算約4 Gt/年まで抑えられる。これらの努力によって、農業の直接排出を100%近くまで削減することができる。もっとも効果的な削減策は、土壌中の「炭素隔離」(注) (CO₂換算5.34 Gt/年)だが、メタンガス(CO₂換算0.54 Gt/年)や亜酸化窒素(CO₂換算0.12 Gt/年)の排出量も大幅に削減することが可能である。

農地に含まれる炭素の濃度が低いということは、管理を有効に行えば炭素含有量を増やせることを意味する。農業による土地利用が主力である場合、耕地化された有機土壌は、単位面積あたりの炭素含有量を増やせる可能性が高いため、農業分野で最大の気候変動緩和力をもたらさう。

農業によって排出される二酸化炭素を削減するためのもっとも優れた方策

1. 耕地管理(最大でCO₂換算1.45 Gt/年の削減の可能性)

- 土地を裸地にしない: 裸地化は土壌の浸食や養分流出の危険性にさらされ、植物に覆われた土地に比べて炭素の含有量が少ない。重要なのは、排出されてしまうかもしれない二酸化炭素を土壌にとどめることだ。それには、作付けのない休耕地でも、土地を裸地にしないよう作物を植える必要がある。
- 収穫が終わったあとの作物残さを農地で燃やさない
- 耕作の頻度を減らす: 不耕機栽培は土壌中の炭素量を増加させることができるが、現在の工業的な除草剤や機械に頼ると、不耕機栽培でも土壌への炭素蓄積効果を帳消しにしかねない。一方、有機農法に関する予備調査によると、耕起回数を減らし、除草剤を一切使用しない農法は、土壌中の炭素隔離に有効だという結果が出ている。

注) 土壌中の「炭素隔離」とは炭素を土壌中で捕らえ、放出しないよう逃がさない事を意味する

- 適量の窒素肥料を使い、必要以上の肥料使用を避ける。肥料を作物のすぐ近くに、そして適切な時期に撒くこと。また追肥への依存を減らすために、土壌中の窒素を固定するマメ科の植物を輪作する。

2. 放牧地に放つ家畜密度を減らしたり、焼畑の頻度と規模を減らしたりする(積極的な焼畑管理) 牧草地の管理(最高でCO₂換算1.35 Gt/年の削減の可能性)。これらの管理方法は、樹木やかん木の生育を促すので、結果的に、土壌やバイオマスへの炭素吸収に役立つ。

3. 作物生産用に排水した有機土壌の再生や、痩せた土地の回復により、土壌の炭素吸収能力を高める(最高でCO₂換算2.0 Gt/年の削減の可能性)。湿地帯の乾燥回避、土壌流出の防止、有機物や養分の補充。

4. 水と稲作の管理徹底(最高でCO₂換算2.0 Gt/年の削減の可能性)

1) コメ生産をしない時期における水田からのメタンガス排出は、水の管理によって改善できる。たとえば、水田の表土を可能な限り乾燥させ、水たまりなどをつくらないこと。

5. 削減幅は大きくないものの有意義な排出量削減策として、土地利用の転換がある。例として、農地の草地化や農林業(最高CO₂換算0.05 Gt/年削減)、家畜とたい肥管理の徹底(最高CO₂換算0.25 Gt/年削減)などがあげられる。

6. 肥料生産の製造効率を上げることで、最大約CO₂換算0.2 Gt/年も削減ができる。それは、アンモニア生産工場(29%)のエネルギー利用効率向上、亜硫酸窒素を削減するための新技術の導入(32%)、その他の生産過程におけるエネルギー削減策(39%)といったものと結びつくだろう。

7. 消費者は、農業分野における温室効果ガスの排出削減に重要な役割をはたすことができる。肉の消費量を抑えれば、温室効果ガスの大幅削減につながる。食生活をベジタリアンに変えたり、肉製品の消費を減らしたりすれば、温室効果ガスの排出を削減できる。たとえば、平均的なアメリカ人の食事では、消費する肉全体のうち5%を野菜に変えることで、1日あたり385kcalの化石燃料(95~126gの二酸化炭素)を削減可能である。

GREENPEACE

グリーンピースは、「グリーン(持続可能)」で「ピース(平和)」な社会を実現するために活動する国際環境NGO(非政府組織)です。豊かな生命をはぐくんできた地球を守るため、生物多様性の保護、海・大地・大気・淡水の汚染や乱用の防止、あらゆる核の威厳の終結、そして、世界的な平和と軍縮をめざしています。

制作:グリーンピース・インターナショナル

日本語制作:グリーンピース・ジャパン

2008年1月発行

2008年7月翻訳

東京都新宿区西新宿8-13-11 NFビル2F

TEL:03-5338-9800

FAX:03-5338-9817