

地球温暖化防止に貢献する 農地土壌の役割について（案）

平成20年3月
農林水産省

地球温暖化防止に貢献する農地土壌の役割について

まえがき

1997年、我が国において京都議定書が採択され、本年から第一約束期間が開始となった。この間、我が国においては、「京都議定書目標達成計画」を策定し、第一約束期間における温室効果ガスの6%削減約束に向け、政府一丸となって取り組んできた。

一方、農林水産省においては、農林水産分野・食品産業分野における温室効果ガスの排出削減に向け、2007年6月に策定した「農林水産省地球温暖化対策総合戦略」に基づき、森林吸収源対策やバイオマス資源の循環利用等の地球温暖化防止策を講じている。また、今後避けることができない地球温暖化の農林水産業への影響に対応するための地球温暖化適応策、さらにこれら防止策・適応策に関する我が国農林水産技術を活用した国際協力の取組を推進している。

しかしながら、地球温暖化の影響と考えられる事象は世界各地で観測され、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第4次評価報告書によれば、地球温暖化は加速的に進行しており、その原因は人為活動によるものとほぼ断定されている。地球温暖化は、水資源や生態系、健康のほか、農林水産業・食料問題にも深刻な影響を及ぼすと予測されている。このため、地球温暖化問題は国民全体で総力を挙げて取り組むことが必要であり、農業分野においても地球温暖化防止策及び地球温暖化適応策へ着実に取り組むことが求められている。

このような中、国際的には、既に第一約束期間後の枠組み（以下、「次期枠組み」という。）についての議論が開始され、2008年のCOP14で方法論について合意し、2009年のCOP15で次期枠組みについて合意するというスケジュールで始動している。このため、我が国にとっても、望ましい枠組みについて早急に国内での議論の方向性を定め、国際交渉にインプットしていくことが急務となっている。

1. 基本的な考え方

(1) 地球温暖化と農業の関係

農業は、人間の生命の維持に欠くことができない食料を生産する極めて重要な産業であるが、環境と密接に関わっており、環境が適切に保たれていない場合、生産基盤の脆弱化を招く事態となりかねない。

地球温暖化との関連についてみると、農業生産の過程で、農業用機械やハウスの加温等に起因する直接的な温室効果ガスの排出に加え、肥料やマルチを始めとしたプラスチック資材等の農業用資材等の製造、流通、廃棄等により間接的にも大量の温室効果ガスが排出されている。

さらに、農業は農地土壌や水田（稲作）、家畜排せつ物や家畜の消化管内発

酵に由来する非エネルギー起源の温室効果ガスの排出源となっている。

その一方、農業はバイオマス資源を生み出す産業として、低炭素社会の構築に大きく貢献している。

農業は温暖化の影響を最も強く受ける産業の一つであり、コメの品質劣化や収量の低下、ミカンやリンゴ等の果実の着色の遅れや日焼けの発生等、地球温暖化が原因と思われる影響が収量や品質面で現われてきている。さらに、地球温暖化に伴って生じる平均気温の上昇や降水形態の変化、平均海面水位の上昇等によって、農業の生産基盤たる農地、農業用水、土地改良施設等への影響も懸念されている。例えば、農地については、農地の湿潤化・乾燥、土壌侵食、農地災害の増加、沿岸農地の塩害の拡大等が懸念される。また、農業用水については、融雪利用可能水量の減少、少雨によるかんがい用水の不足、沿岸地域の河川表流水・地下水の利用可能水量の減少等が懸念される。さらに土地改良施設については、水利施設の用水供給機能の低下やダム湖への土砂流入の増大、低平地の排水機場、排水樋門の能力不足等が懸念される。

このように、農業は温室効果ガスの排出側と影響を受ける側の両面を持つ産業である。このため、農業分野においては、高温耐性品種の育成など影響の適応策を推進する。また、安定的な生産を確保するため、その収量や品質、生産基盤の機能を保持する観点から、率先して温室効果ガスの排出削減に取り組むことが重要である。

(2) 京都議定書上の農業分野の位置付け

京都議定書においては、農業活動に伴うエネルギー起源の二酸化炭素排出のほか、家畜の消化管内発酵、家畜排せつ物、稲作、農地土壌、農作物の野焼き等による一酸化二窒素およびメタンの排出が農業分野における温室効果ガスの排出源として位置付けられている。

一方、これら以外の農業活動に伴う二酸化炭素の排出・吸収については、京都議定書第3条第4項において「農用地の土壌並びに土地利用の変化及び林業分野における温室効果ガスの発生源による排出量及び吸収源による除去量の変化に関連する追加的な人の活動」として、次期枠組み以降における温室効果ガス排出量に算入されることとなっている。

なお、これらの「追加的な人為的活動」が1990年以降に行われたものである場合に限り、第一約束期間における排出削減目標の達成に利用することができる」と規定されている。すなわち農地管理は各国が第一約束期間において温室効果ガスの排出削減・吸収増加に追加的に活用できる活動（吸収源による吸収の量の変化に関連する追加的な人為活動）として選択できる「土地利用、土地利用変化及び森林経営」の一分野として位置付けられている。この「土地利用、土地利用変化及び森林経営」に含まれる具体的な人為活動としては、2001年のマ

ラケシュ合意により「森林経営、植生回復、農地管理、放牧地管理」の四つと定められている。我が国は森林経営及び植生回復の二つを追加的人為活動として選択し、事務局に通報しているが、農地管理については選択していない。

農業と地球温暖化の関係を踏まえれば、今後の次期枠組みづくりの交渉に向けては、農地管理と地球温暖化の関係について検討しておく必要がある。

2. 農地土壌と温室効果ガス

(1) 炭素ストックとしての農地土壌

土壌は、有機物、無機物の分解・変換の場であり、炭素循環の中心的な役割を果たしている。特に、農地土壌には、家畜排せつ物や稲わら、食品産業等から排出される有機性廃棄物等の有機物が絶えず供給される。このとき、有機物のかなりの部分は最終的に二酸化炭素、水、及びアンモニア等の無機物に変化するが、残りの一部は、難分解性の土壌固有の有機物である「腐植物質」となり、土壌中に蓄積されていく。農地土壌における炭素収支は、これら様々な形で炭素の投入と放出のバランスの上に成り立っている。

世界的にみると、土壌は表層1 mに約2兆トンの炭素を土壌有機物の形で保持しており、これは大気中の炭素の2倍以上、植物体中の炭素の約4倍に相当し、そのうち40%が農林業の影響下にあると予測されている（OECD「土壌有機炭素に関する専門家会合報告書」（2003））。また、我が国の農地土壌においては、表層30cmに、水田で1.9億トン、畑で1.6億トン、樹園地で0.3億トン、合計約3.8億トンの炭素を貯留していると試算される（「土壌環境基礎調査」（1994-1998）に基づき算出）。こうした農地土壌が貯留している大量の炭素は、営農活動によって増減することから、適切な土壌管理を通じて土壌中の炭素量を一定のレベルに維持することが、地球温暖化の防止に大きな役割を果たすといえる。

また、このような農地土壌の機能については、国際的な議論においても幅広くその有効性が認められている。例えば、IPCCでは、鍵となる分野の気候変動防止の技術、政策及び対策等の例として、農業分野では、土壌炭素蓄積を増加させるような農用地の管理が挙げられている（IPCC「第4次評価報告書統合報告書政策決定者向け要約」）。さらに、同報告書第3作業部会報告書では、土壌炭素蓄積は農業分野における温室効果ガスの削減の可能性の大部分を占め（意見の一致度高、多くの証拠）、技術面での温室効果ガスの削減の可能性のうち89%程度貢献できるとみられているとされている。また、米国EPRS（経済研究局）によると、農業は低コストで土壌及びバイオマスに追加的に炭素を蓄積することが可能であると報告されている。

(2) 温室効果ガスの排出削減・吸収増加の促進に効果的な農地管理手法

農地土壌は一定の管理を通じて農地土壌中の炭素ストック量を増加させることにより、大気中の二酸化炭素の量を削減し、地球温暖化の防止に貢献することが可能である。このような働きを通じて、農地は実質的に吸収源としての機能を果たすこととなる（このような働きを、ここでは農地土壌による温室効果ガスの吸収とする）。その具体的手法としては、①たい肥等の有機物の投入量を増加させることにより、土壌への炭素の投入を増加させる、②不耕起栽培や省耕起栽培により、土壌有機物の分解を抑制し、土壌からの炭素の排出を抑制する、③土壌改良資材（木炭等）の施用の促進を通じて、土壌への炭素の貯留を増加させる、④多毛作の促進による緑肥等の有機物の投入の増加により、炭素の投入を増加させる、といったものがあげられる。

高温多湿で雑草が多い我が国の農業生産環境を踏まえれば、不耕起栽培や省耕起栽培は、雑草の繁茂による除草労力や除草コストの増大のほか、水田における漏水等の農業生産上のデメリットも招きかねないことから、適地を見極めた上で取り組むことが重要である。

このため、仮に我が国において取り組むとすれば、たい肥等の投入・土壌改良資材の施用・多毛作の促進等による有機物の投入の促進を通じた土壌炭素の増加が中心的な取組になると考えられる。

(3) 農地管理による温室効果ガスの排出削減・吸収増加見込み量

我が国の農業試験場において行われてきたたい肥や稲わら等の有機物の連用試験（水田52地点、普通畑26地点）のデータに基づき、有機物施用を行った場合に、化学肥料のみを施用した場合と比べてどの程度炭素貯留量が増加するかを算定した。その結果、全国の農地土壌に対してたい肥を1.0～1.5トン/10a（水田：1.0トン、畑：1.5トン/10a）施用した場合における炭素貯留の増加量は、年間約220万炭素トン（二酸化炭素換算808万トン）と試算された。

一方、たい肥の施用に伴い、水田土壌から追加的に16.8～27.4万炭素トンに相当するメタンが発生すると見込まれる。これを差し引くと、たい肥の施用に伴う農地土壌全体の炭素収支は年間約193～204万炭素トンと試算される。これは、我が国の第一約束期間における削減目標量2,063万炭素トン（二酸化炭素換算7,655万トン：1990年の総排出量の6%）の約1割に相当する。

しかしながら、実際の吸収量の算定に当たっては、たい肥等の有機物が全国に遍在していること、農業者にとっては労働時間、コストの増嵩を招くこと等の要因を勘案する必要がある。また今後、さらなるデータの収集等に努めるなど、一層の科学的知見の集約が必要である。

3. 今後の課題

(1) 次期枠組みづくりに向けた国際交渉への参画

昨年12月にインドネシア・バリで開催された気候変動枠組条約第13回締約国会議では、次期枠組みづくりに向けて、すべての国が参加する交渉の場が設置されるとともに、2009年までに合意することを内容とする「バリ・ロードマップ」が採択された。今後、2008年3月には方法論的課題について各国から条約事務局に意見を提出することとされている。さらに、3～4月に開催される作業部会においては、農地管理を含む土地利用分野の取扱い等に関する分析作業に着手されることが予定されており、8～9月に開催される作業部会においては、これまでの作業結果のとりまとめが行われる予定となっている。

このため、我が国からも、本とりまとめに沿った形で上記交渉に積極的に参画する。

(2) 国際交渉に向けた基本的考え方

第一約束期間における農地管理による排出・吸収量は、基準年（1990年）における農地からの温室効果ガスの純排出・吸収量と、約束期間における農地の純排出・吸収量の差し引きとして計算される。第一約束期間においては農地管理による吸収量カウントの、温室効果ガス排出・吸収量の削減目標への算入については各国の選択とされており、各国は第一約束期間の開始までに選択結果を事務局に通報し、第一約束期間中の変更はできないこととされている。我が国は、農地土壌における炭素収支に関する知見が不十分であったこと等から、農地管理を算入対象として選択しなかった。

次期枠組みづくりに向けては、農地面積の大きい米国、カナダ、豪州等が農地管理について関心を有している中で、農地面積の小さい我が国の農業事情にかんがみ、我が国の農業者による営農活動がもたらす温室効果ガスの排出削減・吸収増加に向けた努力が適切に評価されるような国際的なルールが構築されるよう、戦略的に交渉を進めていくことが重要である。

具体的には、たい肥として投入可能な家畜排せつ物の賦存状況や労働時間、コストの増嵩等の影響を見極めながら、我が国の農業の事情を反映させる。

ただし、国際的な議論の場へ持ち出すに当たっては、森林吸収源対策等の既存の分野における議論との整合性にも配慮しつつ進めることが重要である。さらに、米国、カナダ等の農地管理に関心を有する先進主要国における主な農地土壌炭素貯留の手法は、不耕起栽培・省耕起栽培であり、我が国で中心的な取組となると見込まれる有機物の投入は、現在のところ国際的な議論の場においては、炭素貯留のための中心的な取組と認められているとはいいがたい状況にある。

このため、今後の国際交渉に向けて、我が国の農業の事情が交渉結果に適切に反映されるよう、行政のみならず、研究機関や外部の有識者等と有機的に連携しながら省をあげて交渉に臨む体制を早急に整える。

(3) 報告・検証体制の整備

気候変動枠組条約では、附属書 I 国は、温室効果ガス排出・吸収目録（以下、「インベントリ」という。）を毎年作成し、条約事務局に提出することが義務付けられている。インベントリは「インベントリ報告ガイドライン」に沿って作成・提出され、条約事務局及び専門家による審査を受ける。

京都議定書においても、インベントリを作成するための国内制度を整備し、正確にインベントリを作成し、専門家の審査を受けることとされている。現在のインベントリでは、他の土地利用から転用された農地については排出量が報告されているが、転用のない農地については、過去20年間に農業管理方法等の変化により土壌炭素ストック量は変化していないと想定し、「0」として報告されている。

このため、今後は農地土壌中の炭素量の変化について、条約に基づく審査を前提に、透明性の高い報告を行う必要があると考え、精度をさらに高めるための炭素量の把握手法の開発を進める。

(4) 農地土壌における適切な温室効果ガス排出削減・吸収増加の促進に向けた政策措置の検討

農業がもつ食料生産以外の機能としては、国土の保全、水源の涵養、自然環境の保全、良好な景観の形成等があげられ、これらは農業の有する「多面的機能」として広く認識されている。

農地土壌は、作物生産機能以外にも、炭素の貯留機能や有機物の分解を通じた物質循環機能、生物多様性保全機能等、環境保全上の重要な機能を有している。これらの機能は、食料の安定供給のみならず地球環境・地域環境の保全など国民の生活にとって極めて重要なものであり、適切な営農活動を通じて維持・向上させていくことが可能である。今後、炭素貯留機能を農地土壌が有する公益的機能として位置付けるとともに、国民合意の下、公益的機能の向上に高い効果が認められる営農活動の実施を通じて、将来にわたって適切に保全していくことが必要である。なお、限りある農地土壌の作物生産機能を適切な土壌管理により、高いレベルで循環・保全することは我が国の食料安全保障にとっても重要である。

地球温暖化のような地球規模の観点からは、個々の農業者が温暖化の防止に貢献するような農法を採用した場合、その受益者の範囲が地球規模にまで拡大するという特質がある。このため、地球環境という、より

幅広い視点も含めた観点から農業環境政策のあり方を検討する必要がある。

他方、温室効果ガスの排出削減・吸収増加に資する農地管理手法に関しては、たい肥の施用や緑肥作物の導入は労働費等のコストの増嵩を招き、施用量によってはこれを収入の増加でカバーできない場合があることや、不耕起栽培は十分に普及していないことから、農業者の協力をいかにして得るかが重要となる。

このため、農業者に対して、このような営農行為を促進することが将来的に農業の存立基盤の維持につながることを普及・啓発する。

しかしながら、かかり増し労働を農業者にかけることから、結果的に協力が得られない場合には、地球温暖化防止に貢献する農業を実現していくために、農業者が一定程度環境保全活動に取り組むことが、農業者の利益となるよう方向付けを行うことも考えられる。ただし、農地管理に伴う温室効果ガスの排出削減・吸収増加量は、土壌の性質のみならず、天候や自然条件によっても変化することから、不確実性が大きいとされており、実際の農地における炭素の動態を測定し、それに基づき施策を講じることは非常に困難である。

このため、温室効果ガスの排出削減・吸収増加に資する農法を特定し、このような農法を促進させる措置を講じるという手法が考えられる。

農業環境政策の具体的な手法としては、規制的手法、クロス・コンプライアンス、ラベリング・認証、排出権取引、環境税、農家の取組への支援等があげられる。このうち、排出権取引については、我が国においては未だ導入されていないうえ、同制度を導入している国においても、農業分野を対象に含んでいる国はわずかにとどまっている。また、環境税についても我が国では未だ導入されていないが、仮に導入された場合には、農地管理に伴う温室効果ガスの排出削減・吸収増加についても用途の一つとして適切に位置づけられるべきである。

これら政策措置の導入の是非を検討するに当たっては、諸外国における事例や国内の状況、国際的な議論の動向、既に環境に着眼した施策として開始された農地・水・環境保全向上対策の位置づけ、営農行為に関わらない他の代替行為との比較考量を十分踏まえながら進める必要があることに留意すべきである。また、科学的な知見のさらなる集約に努めるとともに、国民への理解の浸透に努める。

さらに、このような営農行為上の取組とあわせて、農地管理に係る取組を支える技術及び温室効果ガス吸収源対策としての土層改良・土壌改良工法の開発、温室効果ガス排出削減に資する排水改良等の推進と農村

の健全な物質循環の促進など、基盤整備の観点からの取組も重要である。この推進に当たっては、営農行為の観点からの取組との連携に留意する。

(5) 我が国の知見及び技術を活かした国際協力

「農林水産省地球温暖化対策総合戦略」において位置づけられているとおり、地球温暖化問題の解決のためには、世界全体で温室効果ガスの排出削減・吸収増加の促進に取り組むことが必要である。開発途上国においては、全体の温室効果ガスの排出量に占める農業分野の割合が大きいことから、我が国の農業分野における地球温暖化防止の技術・経験を活かして、途上国への協力に大きく貢献できると考えられる。例えば稲作に伴い発生するメタンの排出削減対策や、施肥の低減や家畜排せつ物の適正な管理を通じたメタン及び一酸化二窒素の排出削減対策が有効であると考えられる。また、カーボンニュートラルという性質を有するバイオマスの利活用は、地球温暖化防止のみならず地域の活性化等にも資することから、アジアを始めとする途上国に対して我が国が貢献できる可能性が大きいと考えられる。ただし、協力の実施に当たっては、食料と競合しない形で、総合的な環境影響にも留意しながら推進することが重要である。これらの取組について、京都メカニズムの活用も視野に入れつつ推進していくことは、世界全体の地球温暖化問題の解決にも資するほか、我が国の約束履行にも貢献するものである。さらに、このような農業分野での国際協力は、次期枠組みづくりに向けた我が国のリーダーシップを農業分野において発揮する上で重要な手段となり得るものである。このため、農地土壌炭素の増加に関する取組の可能性についても勘案しつつ、農業分野における地球温暖化防止の国際協力を進める。

(6) 国民への説明責任と理解の醸成

これまでみてきたような農地土壌における温室効果ガスの排出削減・吸収増加の機能については、広く国民へ説明して理解を深めていくことが必要である。このことは、農業の存在価値を再認識してもらうことにもつながる。

さらに、地球温暖化防止につながるような農法により生産された農産物が、市場で適切に評価されるよう、国民の食生活の分野においてもライフスタイルの変革を推進する。また、食品や農産物を選択する際に、食品を選択する際の新たな基準として、個々の食品の製造・流通過程において、どの程度温室効果ガスの排出削減に取り組まれたかがわかるように表示等を工夫し、消費者の意識改革を進めることも検討する。

4. その他

農地管理が地球温暖化防止に果たす役割に着目し、これを促進させるに当たっては、以下のような点に留意する必要がある。

① 経済効率的かつ環境効果的な土壌管理の実施

土壌管理の実施に当たっては、地球温暖化防止や水質改善等の外部経済効果がもたらされることも勘案しつつ、経済効率的でかつ環境効果的な農業環境政策を推進するという観点から進められる必要がある。

② ライフサイクルを通じた温室効果ガスの削減

土壌中に炭素を固定するためには、有機物の施用など適切な土壌管理が必要となるが、これらも取組方法によっては二酸化炭素の増加を招く可能性もある。このため、ライフサイクルを通じた影響に配慮しつつ、農業機械へのバイオ燃料の活用等の取組を通じ、一層の温室効果ガスの削減に努めることが重要である。

③ 他の温室効果ガスとのトレードオフ

有機物の水田への施用は、炭素を固定する一方で、他の温室効果ガスであるメタン及び一酸化二窒素の発生の増加を招く可能性もあるため、これらの温室効果ガスとのトレードオフについても注意する必要がある。

④ 地域環境への配慮

地球温暖化防止に貢献する農業を促進するに当たっては、土壌環境、水質、生物多様性等の地域環境への影響についても注視しなければならない。

以上の点を踏まえ、我が国の農地土壌における温室効果ガスの排出削減・吸収増加の機能について、より一層科学的知見を集約しつつ、国民的な理解を得ながら国際交渉に積極的に参画する。

参考資料集

地球温暖化の仕組み

- 太陽からの地球に照射される光エネルギーは、大気を素通りして地表面で吸収され、加熱された地表面は熱エネルギー（赤外線）を宇宙に向けて放出している。
- この放出された熱エネルギーの一部が地球の周りを覆う水蒸気や二酸化炭素、メタン等の温室効果ガスを含む大気によって吸収され、地表面に向けて再び放射されることにより地球の平均気温は 15°C に保たれている。
(※仮に温室効果ガスが全く存在しない場合、地球の平均気温はマイナス 18°C となる。)



しかし...

人為的活動により二酸化炭素などの温室効果ガスの大気中濃度が増加

地表から放出された熱エネルギーの温室効果ガスによる吸収量が増加









熱エネルギーの宇宙への放出量が減少するため、地球の気温上昇が起こる

これが「地球温暖化」

温室効果ガスとは・・・

- 各温室効果ガスは地表から放出される熱エネルギー（赤外線）を吸収する。
- 気候変動枠組条約の目的を達成するため、京都議定書では先進国等に対し、温室効果ガスを1990年比で、2008年～2012年に先進国全体で少なくとも5%、国別に一定数値（日本6%、米7%、EU8%）を削減することを義務づけている。

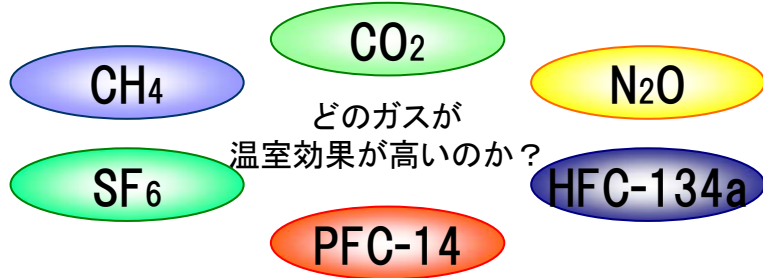
京都議定書において削減が義務付けられている温室効果ガス

温室効果ガスの種類	主な用途・発生源
二酸化炭素 (CO ₂)	化石燃料の燃焼により発生 
メタン (CH ₄)	廃棄物埋立処分場、 水田土壌、家畜のげっぷから発生  
一酸化二窒素 (N ₂ O)	燃料の燃焼、農用地土壌、 家畜排せつ物から発生 
ハイドロフルオロカーボン類（ HFC-134a）	代替フロン。冷凍機器・空調機器の冷媒、 スプレー缶、断熱材の発泡剤等に使用  
パーフルオロカーボン類 (PFC-14)	代替フロン。 半導体の製造工程等において使用 
六ふっ化硫黄 (SF ₆)	代替フロン。 半導体の製造工程や電気絶縁ガス等に使用 

なぜガスによって温室効果が異なるのか

- 温室効果はガスの熱吸収・放出能力と寿命により決まる。
- CO₂は温室効果の強さは最も弱い、排出量が多いため最も温暖化に寄与している。

ガスの種類によって温室効果は異なる



温室効果の強さ

CO₂を1とした場合、他のガスはどの程度の温室効果を持っているのか?

SF₆ 23900倍

PFC-14 6500倍

HFC-134a 1300倍

N₂O

310倍

CH₄

21倍

CO₂

大

温室効果の大小を決める2つの要因

大気中の熱を吸収

大気中に熱を放出
分解

ガスの種類によって、熱を吸収・放出する能力が異なる。

寿命が長いガスは、熱の吸収・放出を何度も繰り返す。

寿命が短いガスは、熱の吸収・放出の回数は少ない。

① 熱吸収・放出能力

- ・ガスの分子は、大気中の熱を吸収する能力と、吸収した熱を放出する能力がある。
- ・熱を吸収・放出する能力は、ガスの種類毎に異なる。

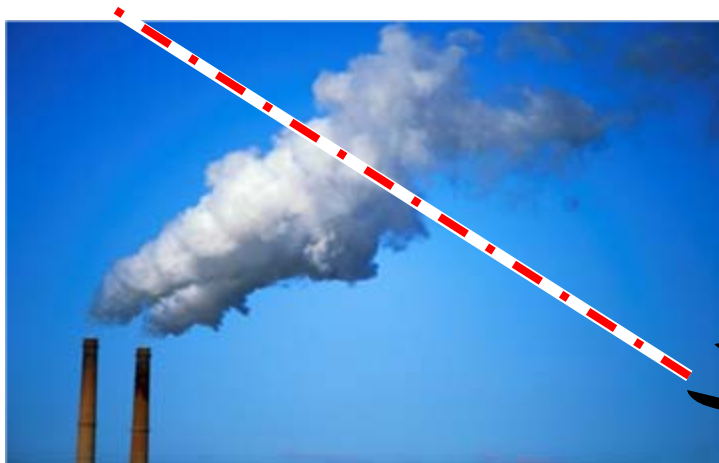
② 寿命

- ・ガスの分子は、分解されて無くなるまで、何度も大気中の熱を吸収・放出する。
- ・ガスの分子の寿命の長さは、ガスの種類毎に異なる。

大気中の温室効果ガスを減少させるには・・・

○ 大気中の温室効果ガスの減少の方法には、排出量の削減と、温室効果ガスの吸収がある。

排出量を減少させる



民生部門をはじめとする各部門でのエネルギー消費量を減少させることにより、温室効果ガスの排出量を削減させる。

しかし、

- ・経済発展との整合性
- ・先進国・途上国間の排出量に関する意見の相違等の諸問題が存在

温室効果ガスを吸収させる



適切な森林経営や農地管理等を行うことで、大気中の温室効果ガスを吸収させることが可能である。

しかし、温室効果ガスの吸収量については、そもそも吸収源を適用することの是非、計算方法等に関し様々な議論がある状況。

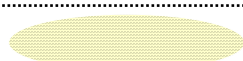
国際的なルールに基づき議論する必要あり！！

京都議定書で吸収源と認められる森林

- 京都議定書で吸収源と認められる森林は、1990年以降の人為活動が行われた森林で、「新規植林」、「再植林」、「森林減少」、「森林経営」によるもののみ。

- **新規植林**: 過去50年来森林がなかった土地に植林

対象地域はごくわずか



1962年



1990年



2012年

- **再植林**: 1990年時点で森林でなかった土地に植林

対象地域はごくわずか



1962年



1990年



2012年

- **森林経営**: 持続可能な方法で森林の多様な機能を十分に発揮するための一連の作業

人為活動の確保が課題



1962年



1990年



2012年

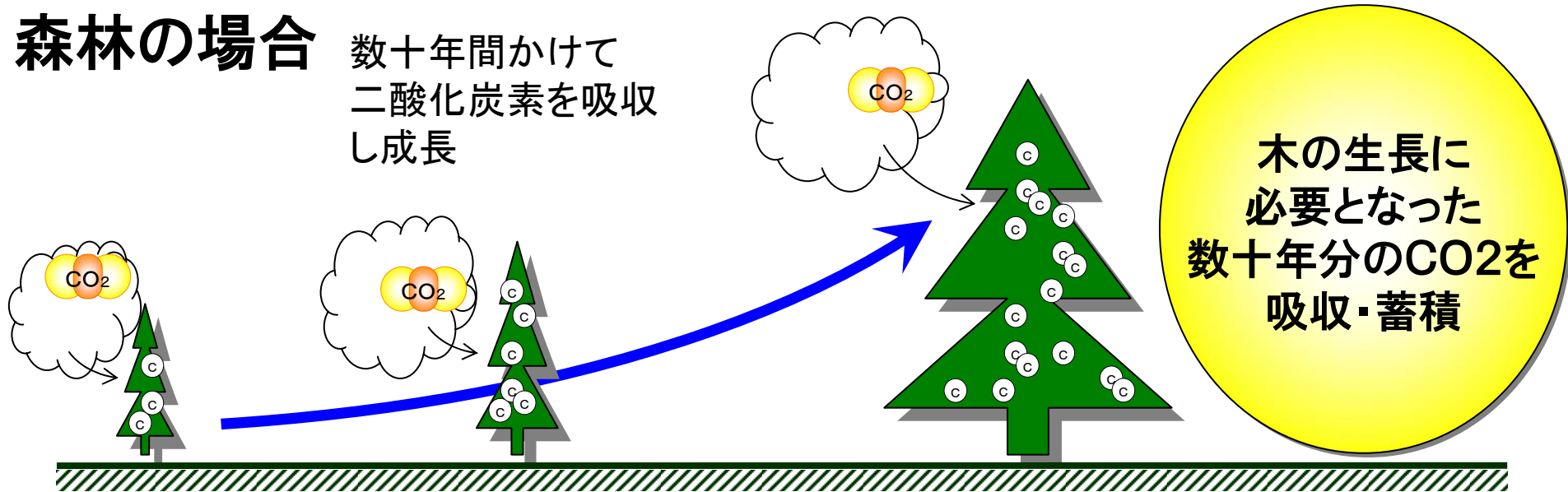
※ 過去に植林を進めてきた国については、新たな土地に植林する余地は乏しいが、これからも温暖化対策に貢献しうる点を評価し「森林経営」も組み込むこととされた。

森林経営によるCO₂吸収とは

- P5の植林等による吸収のほか、間伐等の適切な整備（森林経営）により、木が生長する際に吸収されたCO₂も吸収源として認められている。

森林の場合

数十年間かけて
二酸化炭素を吸収
し成長



(参考) 作物(稲)の場合



毎年収穫し、圃場から
持ち出すため、作物が
吸収したCO₂も圃場の
外に

その他の吸収源活動

- P5・6の人為活動のほか、国際ルールでは、基準年(1990年)以降の農地管理、植生回復、放牧地管理の活動に限り、吸収源とすることが選択可能。



森林経営(前掲)



植生回復



農地管理



放牧地管理

選択

選択

選択せず

選択



日本では農地管理を選択せず、森林経営、植生回復のみ選択



デンマーク



ポルトガル



カナダ



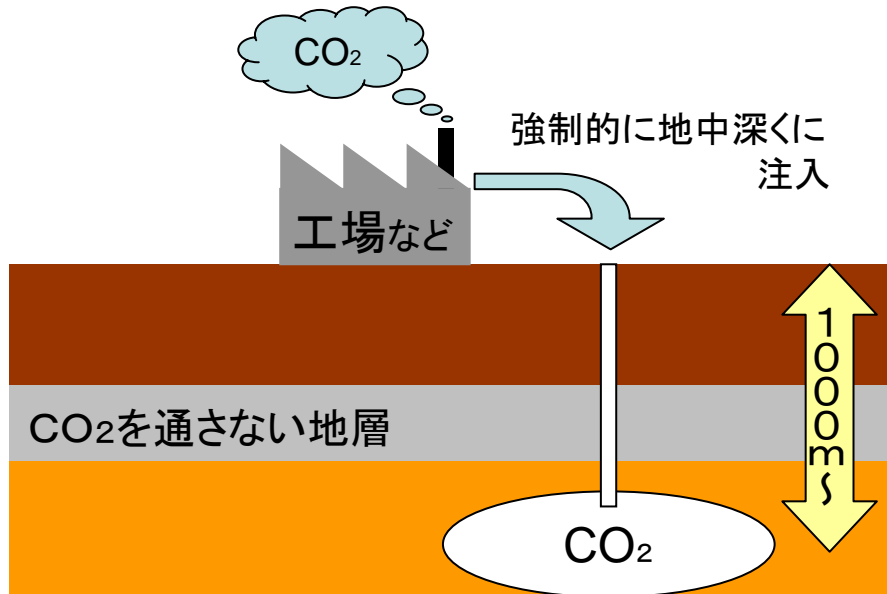
スペイン

4カ国では、農地管理を吸収源として選択

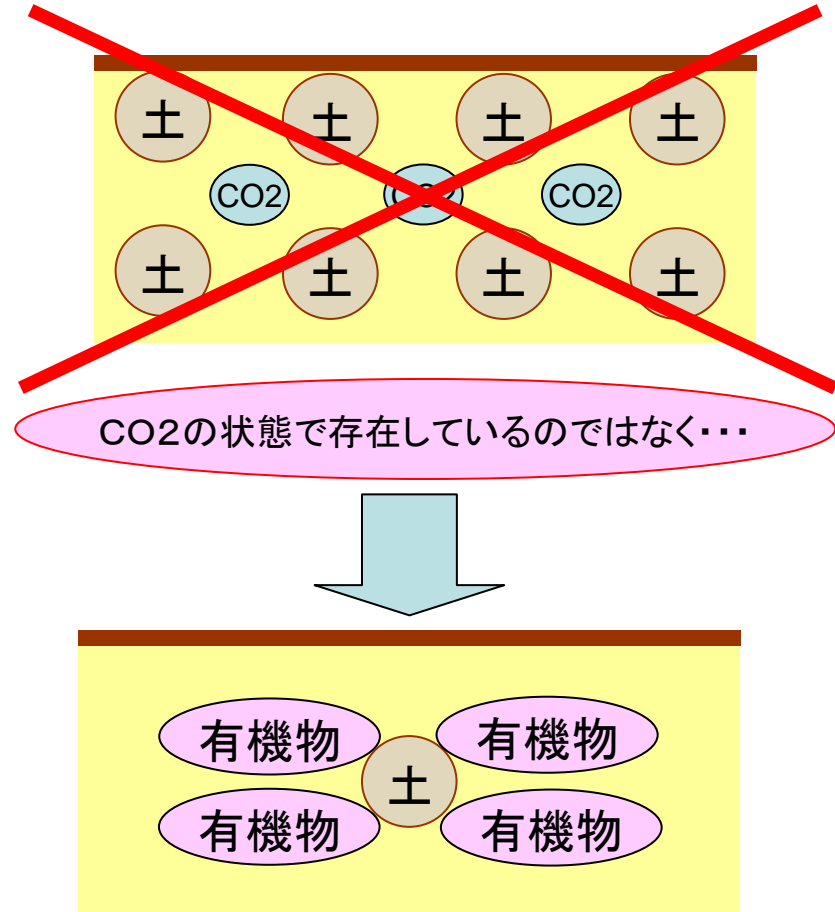
地中への二酸化炭素の貯蔵

- CO₂を直接土壌(地中)に貯蔵する方法については、現在研究が進められている。
- 農地による炭素の貯蔵とは、炭素が有機物として土中に存在する状態をいう。

地中への強制的な封印による貯蔵



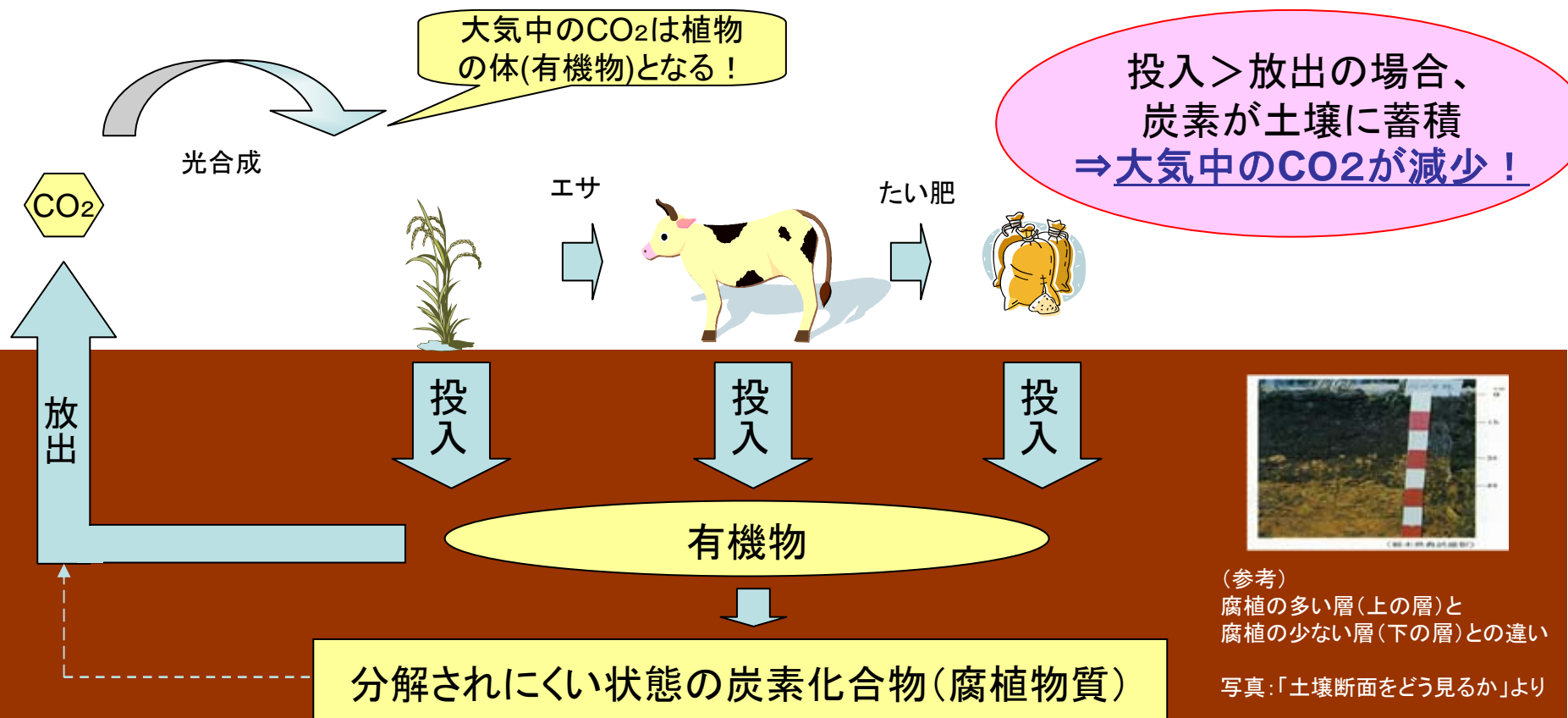
物質循環による貯蔵とは全く別個の技術！



有機物として存在！

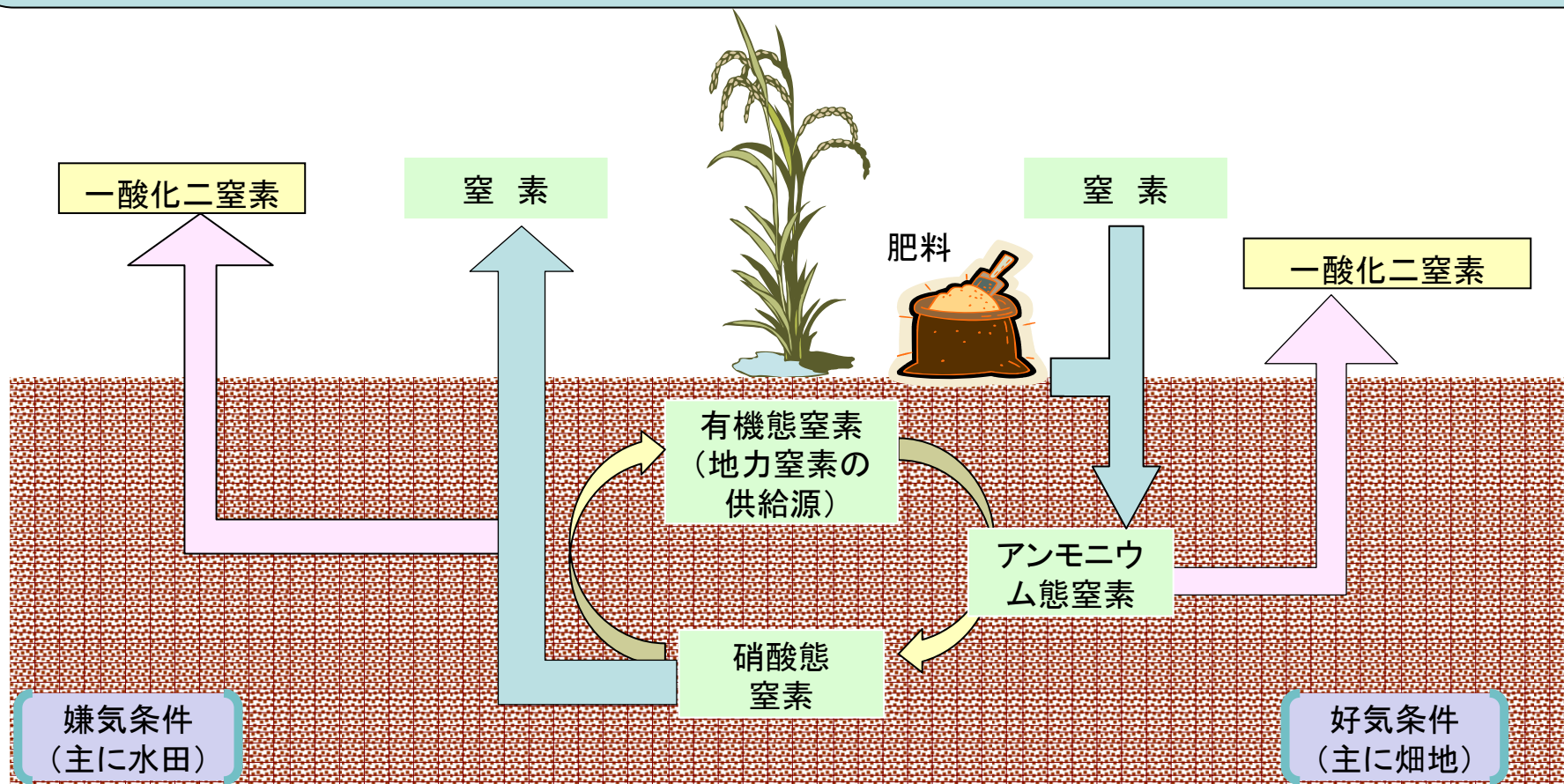
農地における二酸化炭素の吸収・排出(概念図)

- たい肥や稲わら等の有機物を土壤中に投入すると、それに含まれる炭素は微生物により分解され、一部は大気中に放出され、一部は長期間土壤中に貯留される。その差し引きが農地土壤による吸収・排出となる。
- 吸収の増加・排出の抑制のためには、たい肥等の有機物の投入を増やしたり、耕起による土壌のかく乱を少なくすることが有効である。



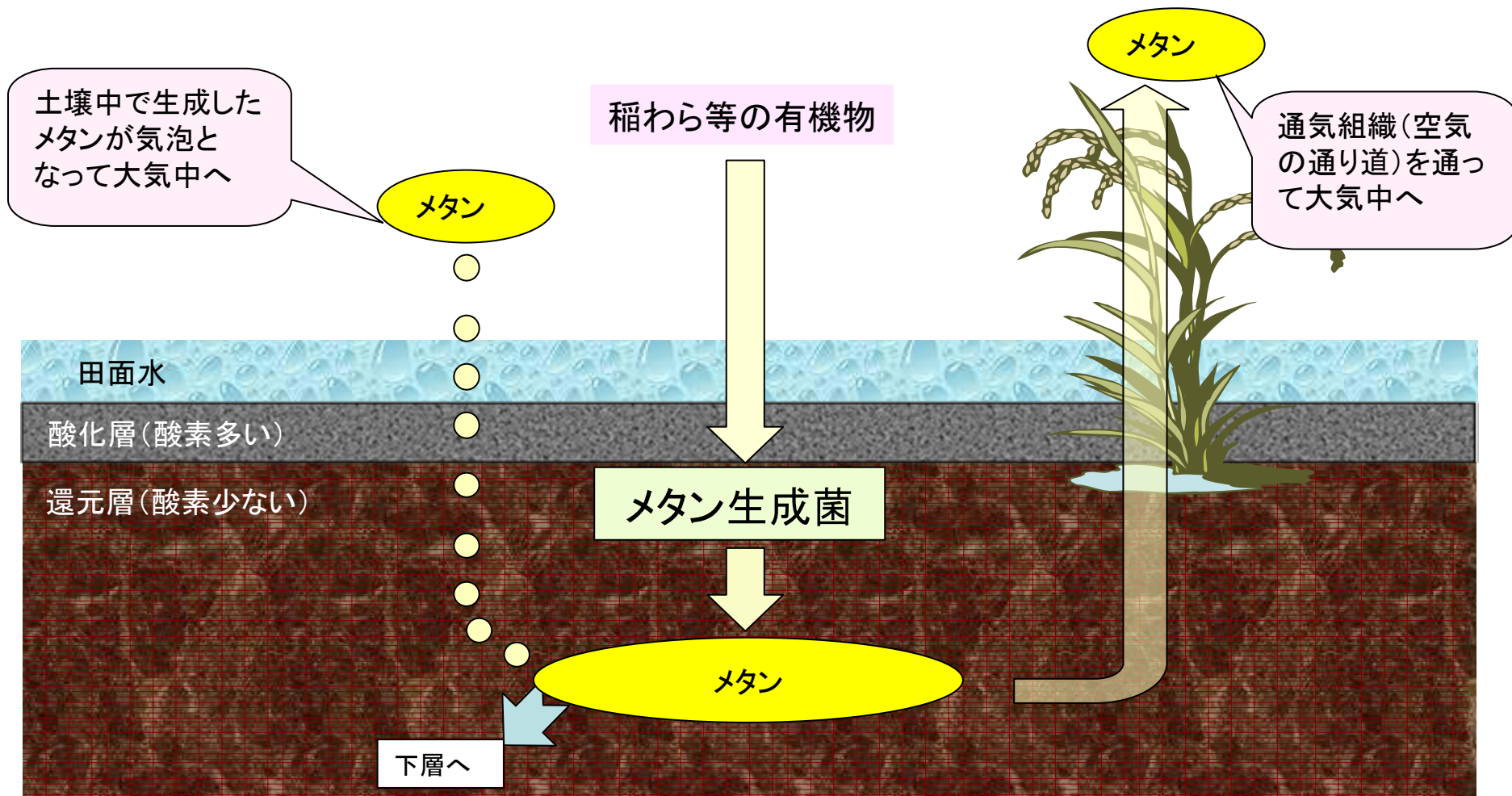
農地における一酸化二窒素の排出(概念図)

- 化学合成肥料やたい肥の施用、作物残さのすき込みにより土壌中に投入される窒素がアンモニウム態窒素に変化し、微生物の働きにより、以下の2つの過程で一酸化二窒素が発生する。
 1. 酸素の多い条件(好気条件)の下で、アンモニウム態窒素が硝酸態窒素へと変化する過程
 2. 酸素の少ない条件(嫌気条件)の下で、硝酸態窒素が窒素ガスに変化する過程
- この発生を抑制するためには、適正な施肥量の遵守等、土壌中への窒素の投入の抑制が有効である。



農地(水田)におけるメタンの排出(概念図)

- 水田は湛水していることから、畑とは異なり酸素がない条件を好む性質の微生物(嫌気性細菌)が存在しており、その活動により、メタンが生成される。
- メタン発生抑制には、稲わらに代えて完熟たい肥を投入するほか、中干し等が有効である。

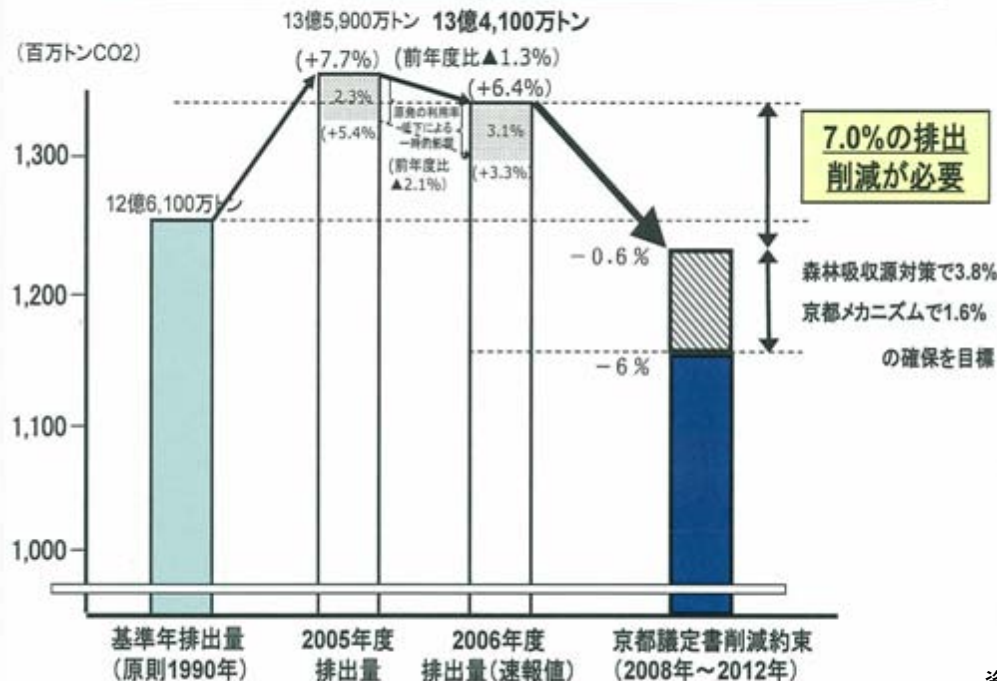


我が国の温室効果ガス総排出量の現状

日本の温室効果ガスの基準年総排出量は12億6,100万トンCO₂であり、6%削減約束を達成するためには、第1約束期間における年平均総排出量を11億8,500万トンCO₂に削減することが必要。一方、2006年度の日本の総排出量(速報値)は13億4,100万トンCO₂、基準年と比べて6.4%の増加となっている。6%削減約束との差は12.4%となり、吸収源対策等が計画通り進められたとしても温室効果ガス排出削減対策で7.0%の排出削減が必要な状況となっている。

温室効果ガス総排出量の9割以上を占める二酸化炭素については、民生部門(業務・家庭)における排出量の増加等により、基準年と比べて11.4%の増加となっている。

我が国の温室効果ガス排出量推移



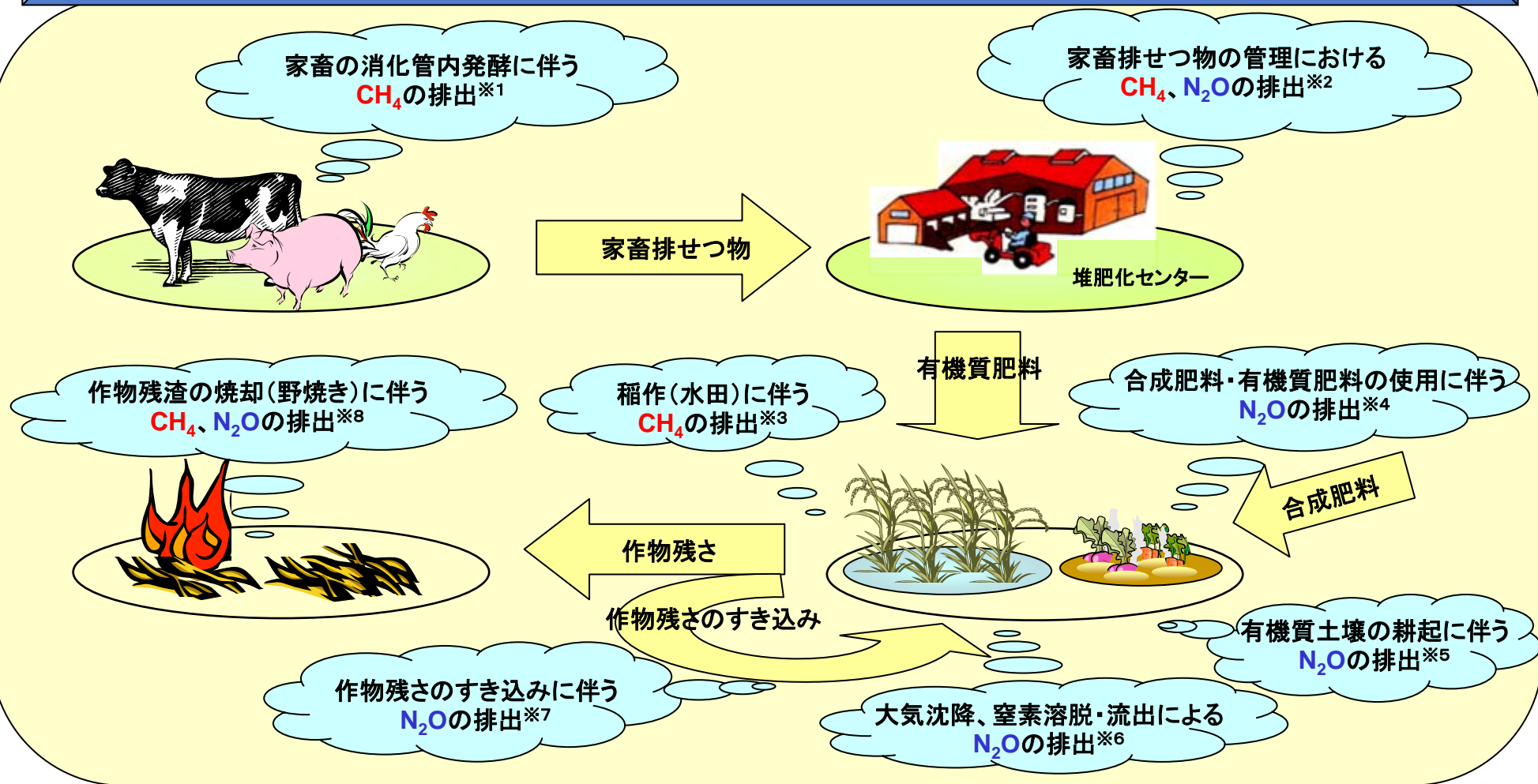
温室効果ガスの排出状況

	京都議定書の 基準年[シェア]	2005年度 (基準年比)	2005年度から の増減	2006年度速報値 (基準年比)
合計	1,261 [100%]	1,359 (+7.7%)	→ -1.3% →	1,341 (+6.4%)
二酸化炭素(CO ₂)	1,144 [90.7%]	1,292 (+12.9%)	→ -1.3% →	1,275 (+11.4%)
エネルギー起源二酸化炭素	1,059 [84.0%]	1,201 (+13.4%)	→ -1.4% →	1,184 (+11.8%)
非エネルギー起源二酸化炭素	85.1 [6.7%]	90.7 (+6.6%)	→ +0.5% →	91.1 (+7.1%)
メタン(CH ₄)	33.4 [2.6%]	24.0 (-28.1%)	→ -0.8% →	23.8 (-28.7%)
一酸化二窒素(N ₂ O)	32.6 [2.6%]	25.5 (-22.0%)	→ -0.1% →	25.4 (-22.0%)
代替フロン等3ガス	51.2 [4.1%]	18.0 (-64.9%)	→ -3.8% →	17.3 (-66.2%)
ハイドロフルオロカーボン類(HFCs)	20.2 [1.6%]	7.3 (-63.7%)	→ -8.9% →	6.7 (-66.9%)
パーフルオロカーボン類(PFCs)	14.0 [1.1%]	6.4 (-54.3%)	→ -2.4% →	6.3 (-55.5%)
六ふつ化硫黄(SF ₆)	16.9 [1.3%]	4.2 (-75.0%)	→ +2.9% →	4.3 (-74.3%)

(単位:百万t-CO₂)

資料:2006年度(平成18年度)の温室効果ガス排出量(速報値)(環境省)

農業分野における温室効果ガスの排出形態



※1 家畜を飼養することにより、その家畜が食物等を消化する際に、胃腸等の消化管内発酵で生じたメタンが大気中に排出される。

※2 家畜が排せつするふん尿の管理の工程中で、①ふん尿中の有機物がメタン発酵によりメタンに変換され大気中に排出される。

②ふん尿中の窒素分が細菌等の作用で硝化又は脱窒される過程において一酸化二窒素が排出される。

※3 水田において、嫌気性条件下における微生物の働きで有機物が分解され、メタンが排出される。

※4 耕地に使用された肥料が脱窒される過程において一酸化二窒素が排出される。

※5 窒素分を含む有機質土壌を耕起することにより、一酸化二窒素が排出される。

※6 耕地に使用された有機物資材中から、硝酸として溶脱・流出もしくは揮発した窒素化合物で土壌に沈着したものが脱窒される過程において、一酸化二窒素が排出される。

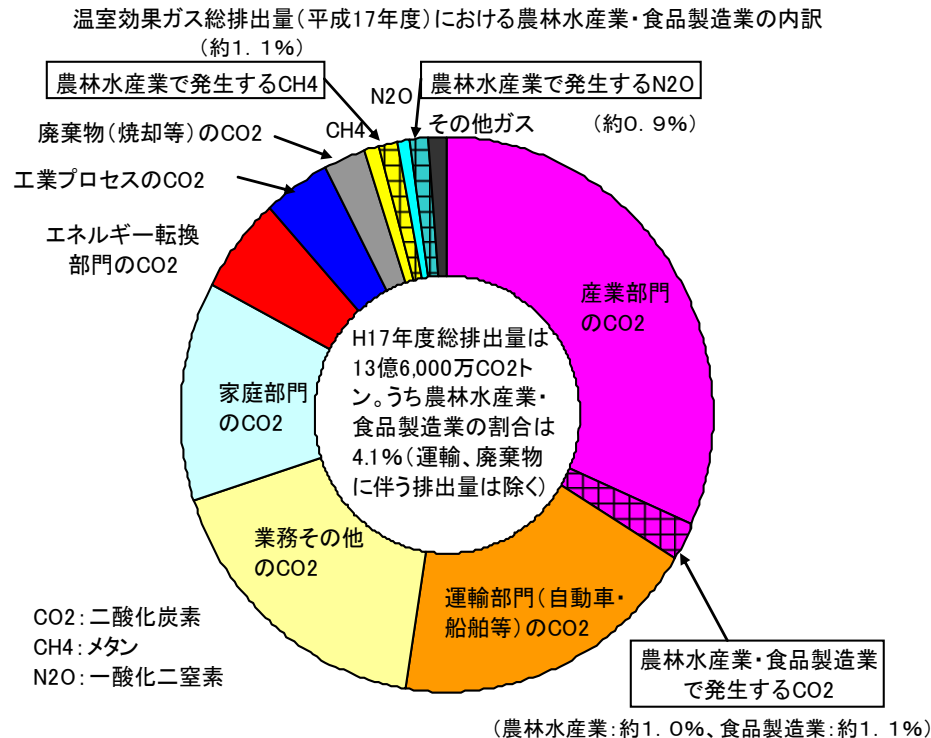
※7 耕地においてすき込まれた農作物の残さから一酸化二窒素が排出される。

※8 植物性の廃棄物が屋外で焼却される際、不完全な燃焼等によって、メタン、一酸化二窒素が排出される。

農林水産業・食品製造業における温室効果ガス排出量の状況

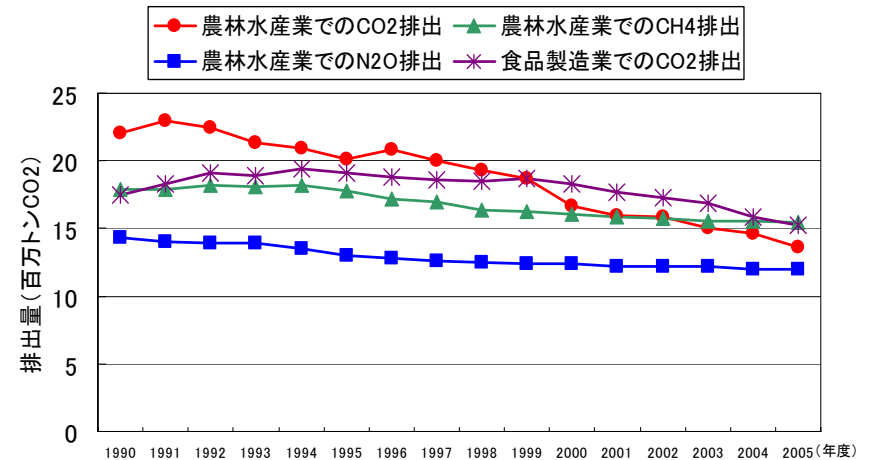
2005年度(平成17年度)の温室効果ガス総排出量は約13億6,000万CO₂トン。そのうち農林水産業(燃料の燃焼、家畜の消化管内発酵、家畜排せつ物の管理、稲作、肥料の施用、作物残さのすき込み・野焼き等)における排出量は約4,100万CO₂トン、総排出量に占める割合は約3.0%で、基準年(1990年)以降、減少傾向となっている。

また、食品製造業(燃料の燃焼)による2005年度(平成17年度)の温室効果ガス排出量は1,500万CO₂トンで、近年減少傾向となっている。

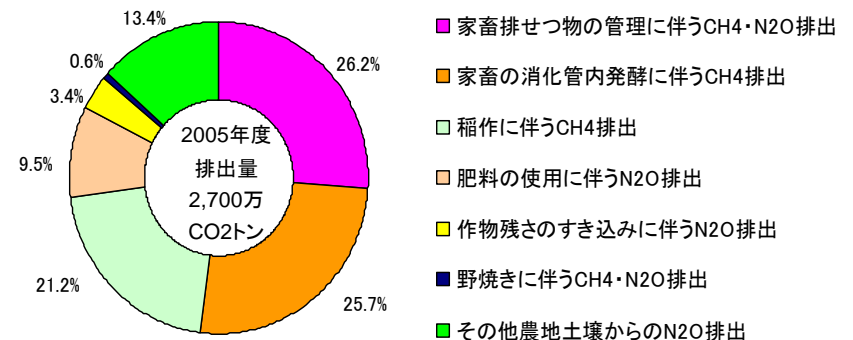


出典:「日本国温室効果ガスインベントリ報告書(2007.5)」
(独)国立環境研究所

※全てCO₂換算値



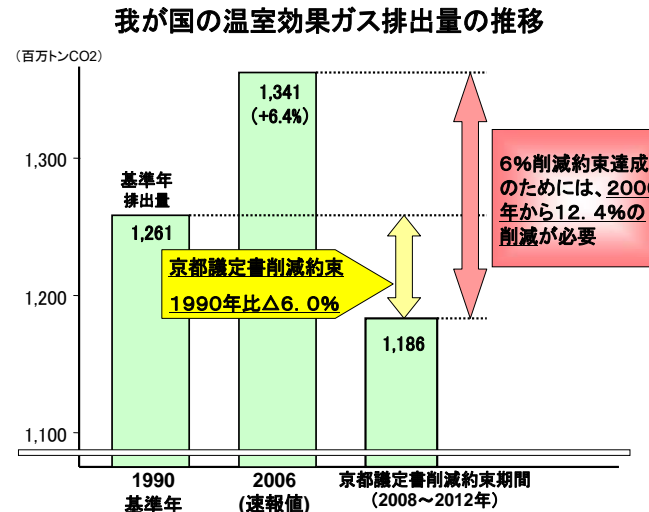
農林水産業・食品製造業における温室効果ガス排出量の推移



農業分野における温室効果ガスの排出形態

地球温暖化問題の現状

- 京都議定書6%削減約束の達成は難しい状況
 - ・ 2006年度(速報値)は基準年比で約6.4%増加
- IPCC(気候変動に関する政府間パネル)報告書
 - ・ 地球温暖化は加速的に進行していると断定
 - ・ 農林水産業にも深刻な影響が生じると予測
- 世界全体で地球温暖化対策を推進する必要



温暖化によるリンゴの栽培適地の移動



農林水産省地球温暖化対策総合戦略の策定(平成19年6月)

I 地球温暖化防止策

- ①削減目標値の達成に向け施策を加速化
 - ・ 森林吸収源対策
 - ・ バイオマス資源の循環利用
 - ・ 食品産業等の環境自主行動計画
- ②新たな削減目標値の設定と達成に向けた施策を推進
 - ・ 施設園芸・農業機械の温室効果ガス排出削減対策
 - ・ 環境保全型農業の推進による施肥量の適正化・低減
 - ・ 漁船の省エネルギー対策
- ③その他の排出削減の取組を推進

II 地球温暖化適応策

- ①地球温暖化適応策の推進
 - ・ 既存技術の生産現場への普及・指導
 - ・ 新たな技術の導入実証
 - ・ 影響評価に基づく適応策の検討
- ②技術開発等の推進
 - ・ 生産安定技術の開発(高温耐性品種の育成など)
 - ・ 農林水産業への影響に関する予測研究
 - ・ 影響予測に基づく適応技術の開発

III 農林水産分野の国際協力

- ①違法伐採対策等の持続可能な森林経営の推進
 - ・ 違法伐採問題の解決に向けた取組
 - ・ 途上国における持続可能な森林経営の推進に向けた支援
 - ・ 国際ルールづくりへの積極的な参加・貢献
- ②我が国の人材・技術を活用した協力
 - ・ 地球温暖化問題の解決に向けた国際研究機関との共同研究の推進

農業分野の温暖化適応策・被害(例)

農業分野は温暖化の影響を最も受けやすい分野の一つ！

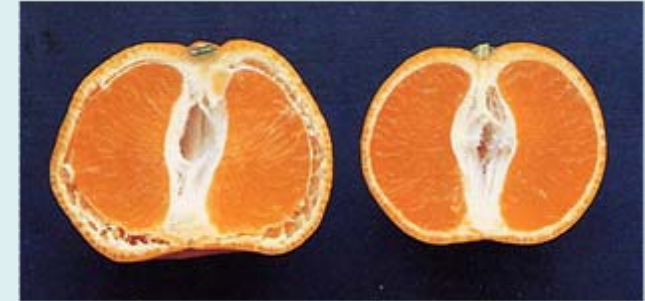
被害(例)



白未熟粒の発生形態



高温によるみかんの「日焼け果」



高温によるみかんの「浮皮症」

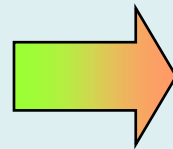
〔 成熟が進んでからの高温・多雨により、果皮と果肉が分離(品質・貯蔵性の低下) 〕

適応策(例)

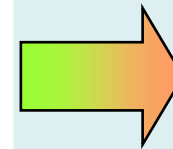


ぶどうの着色障害

〔 高温によるアントシアニンの合成抑制 〕



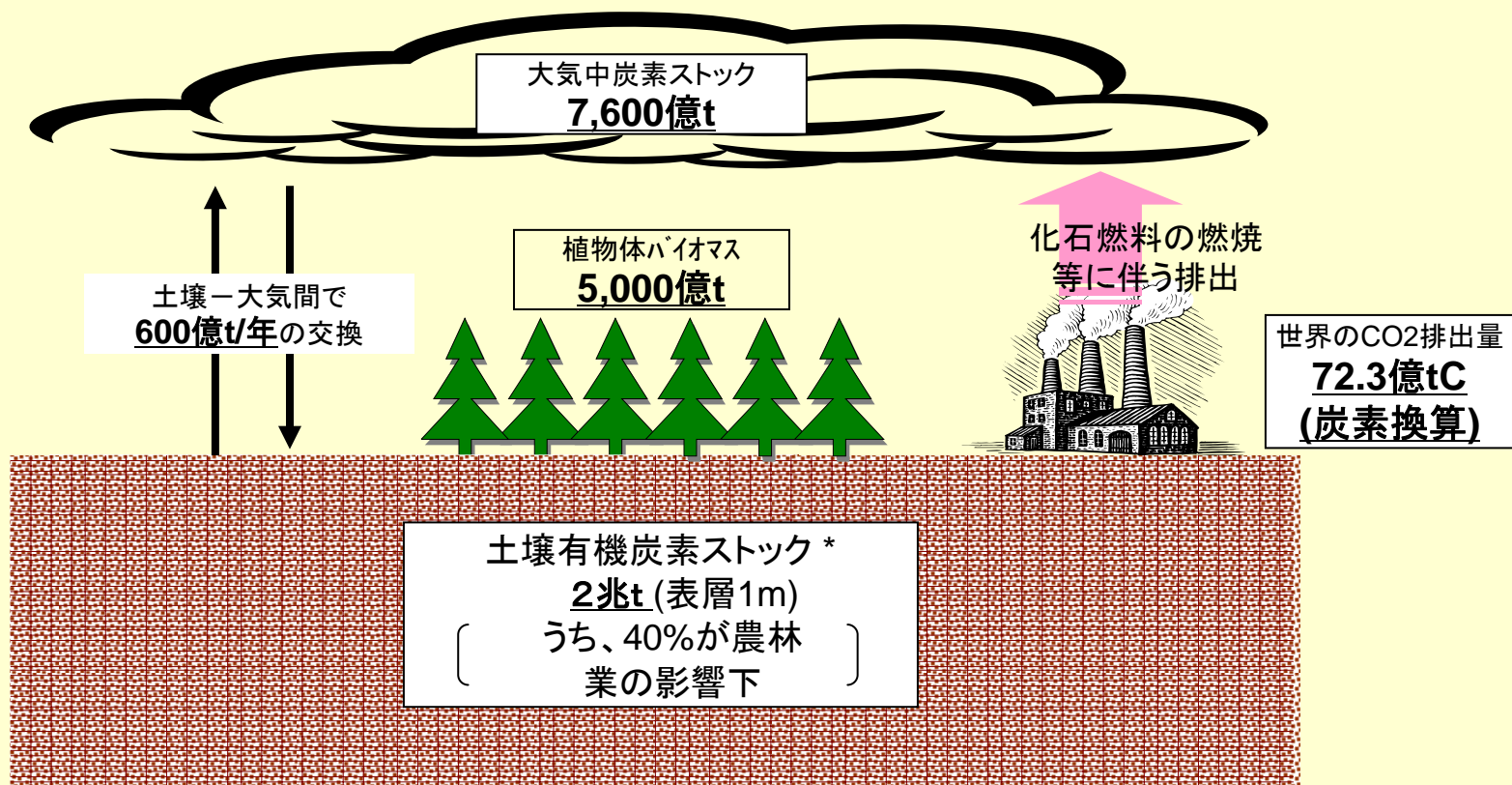
環状はく皮処理



土壌が有する炭素ストック

- 土壌は、地球規模の炭素循環、炭素の貯留の場として重要な役割を果たしている。
- 土壌は、表層1mに約2兆tの炭素を土壌有機物の形態で保持しており、これは大気中の炭素の2倍以上、植物体バイオマスの約4倍に相当し、その増減は地球温暖化に大きな影響を及ぼす。

○世界の土壌・大気における炭素ストックの推定



出典: OECD「土壌有機炭素に関する専門家会合報告書」(2003)、「エネルギー経済統計要覧」(2007)を基に作成

注: 土壌には、有機炭素とは別に無機態の炭素9500億t(Science誌2004年6月11日号)が存在している

農地土壌管理を吸収源として選択している国の状況

※COP13においてカナダ及びポルトガル関係者から聞き取り



カナダ



ポルトガル

1. 第1約束期間中
における農地土壌に
よる吸収見込み量

1,000万トン CO₂／年

※ なお、カナダ政府は、京都議定書に基づく国際約束の履行は困難
との立場を表明するとともに、2007年4月25日、「**温室効果ガス排出
量を2020年までに2006年比で20%削減**」という新たな削減目標を
含む実行計画「**Turning the Corner Plan**」を策定

※ 現在、農地土壌における炭素貯留量の
経年変化を予測する最適なモニタリング
システムを検討しているところ。
炭素吸収量に関しては不明。

2 農地土壌の炭素
貯留量を増減させる
営農活動

増加

- (1) 多年生植物の追加栽培
- (2) 不耕起又は耕起削減 等

減少

- (1) 一年生植物の追加栽培
- (2) 森林から農地への転換
- (3) 石灰の施用
- (4) 有機質土壌の耕起 等

- (1) 直播
- (2) 放牧
- (3) 不耕起

3 農地土壌の炭素
貯留量増加に関する
施策

※ 両国とも、既存の農業
環境政策に、炭素吸収を
要素として 取り入れ、右記
の施策を実施

○ 農地等緑化促進施策 (Greencover Canada Initiative)

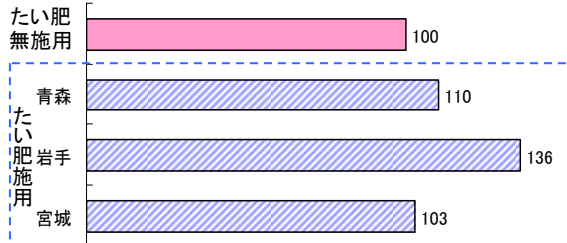
- ・ 連邦政府レベルで、草地造成への転換、水質保全等
に資する活動について、**10～25ドル／エーカーを支援**

○ 環境配慮型農業実施計画促進施策 (National Environmental Farm Planning Initiative)

- ・ 州政府が、環境配慮計画に関し、**農家を指導**

- ・ (1)直播、(2)不耕起、(3)放牧を
5年間継続することを条件に、農家
に対する**直接支払い**を実施

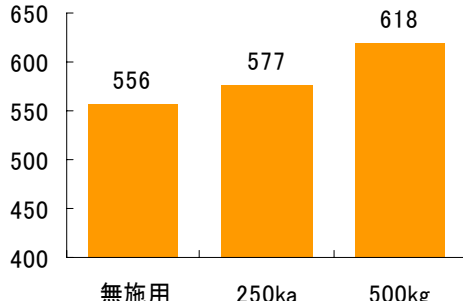
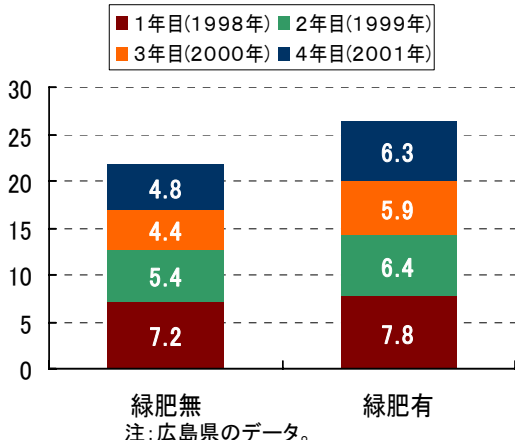
農地土壌が有する公益的機能の向上に効果の高い営農活動①

	農地土壌が有する公益的機能の向上効果		備 考 (取組実態等)																		
	作物生産に係る効果	その他の公益的機能に係る効果																			
たい肥等有機物の施用	<p>○冷害や干害等気象変動に対する収量の安定化</p> <p>(例)冷害年におけるたい肥施用ほ場の水稻収量</p> <div><p>たい肥無施用</p><p>青森</p><p>たい肥岩手</p><p>宮城</p></div>  <p>注:数値は慣行栽培の収量を100とした場合の指数。</p>	<p>○<u>土壌炭素の貯留</u></p> <p>(例)たい肥を連用した場合の年間の炭素貯留増加量※ ＜水田＞</p> <table><tr><td>灰色低地土</td><td>47.2kgC/10a/年</td></tr><tr><td>グライ土</td><td>40.6kgC/10a/年</td></tr><tr><td>多湿黒ボク土</td><td>77.4kgC/10a/年</td></tr><tr><td>黄色土</td><td>51.5kgC/10a/年</td></tr><tr><td>褐色低地土</td><td>75.2kgC/10a/年</td></tr></table> <p>＜普通畑＞</p> <table><tr><td>黒ボク土</td><td>37.3kgC/10a/年</td></tr><tr><td>褐色森林土</td><td>64.4kgC/10a/年</td></tr><tr><td>黄色土</td><td>69.6kgC/10a/年</td></tr><tr><td>灰色低地土</td><td>170.9kgC/10a/年</td></tr></table> <p>注:水田にたい肥0.5～1.5t/10a、普通畑にたい肥1.0～2.0t/10a連用した場合の炭素貯留増加量である。</p> <p>○<u>土壌微生物の活性化、団粒形成の促進、保肥力の向上等を通じて、物質循環機能、水質等の浄化機能、生物多様性の保全機能を向上</u></p>	灰色低地土	47.2kgC/10a/年	グライ土	40.6kgC/10a/年	多湿黒ボク土	77.4kgC/10a/年	黄色土	51.5kgC/10a/年	褐色低地土	75.2kgC/10a/年	黒ボク土	37.3kgC/10a/年	褐色森林土	64.4kgC/10a/年	黄色土	69.6kgC/10a/年	灰色低地土	170.9kgC/10a/年	<p>・水田におけるたい肥の施用量: 99kg/10a(H14)</p> <p>・畑におけるたい肥の施用量: 約1,500kg/10a(H6～H10)</p> <p>〔普通畑の4割では、地力増進基本指針に定める改善目標を下回っている状況。〕</p>
灰色低地土	47.2kgC/10a/年																				
グライ土	40.6kgC/10a/年																				
多湿黒ボク土	77.4kgC/10a/年																				
黄色土	51.5kgC/10a/年																				
褐色低地土	75.2kgC/10a/年																				
黒ボク土	37.3kgC/10a/年																				
褐色森林土	64.4kgC/10a/年																				
黄色土	69.6kgC/10a/年																				
灰色低地土	170.9kgC/10a/年																				
土壌診断に基づく適正な施肥	<p>○収量・品質の向上</p> <p>(例)ホウレンソウにおいて施肥基準の2倍の窒素を施用すると、硝酸性窒素が8割増加する一方で、糖度が1割減少</p>	<p>○<u>土壌微生物活性の低下の防止を通じて、物質循環機能や水質等の浄化機能を維持</u></p> <p>※ 養分過剰な土壌は、有機性資源の還元が困難となり物質循環機能の発揮に支障</p>	<p>・土壌診断の実施機関数(H18): JA等 365 都道府県 461 等</p> <p>・土壌診断実績(H18): 約49万点 〔水稻:33haに1点 野菜:2.3haに1点 〕</p>																		

農地土壌が有する公益的機能の向上に効果の高い営農活動②

	農地土壌が有する公益的機能の向上効果		備 考 (取組実態等)																							
	作物生産に係る効果	その他の公益的機能に係る効果																								
不耕起栽培	<p>○労働時間等の低減</p> <p>(例)大豆の不耕起栽培の労働時間</p> <table><tr><td></td><td>不耕起栽培</td><td>慣 行</td></tr><tr><td>労働時間計</td><td>3.64時間/10a</td><td>5.28時間/10a</td></tr><tr><td>うち耕起・整地</td><td>0時間/10a</td><td>0.96時間/10a</td></tr><tr><td>施肥・播種</td><td>0.68時間/10a</td><td>1.05時間/10a</td></tr><tr><td>中耕培土</td><td>0時間/10a</td><td>0.56時間/10a</td></tr></table>		不耕起栽培	慣 行	労働時間計	3.64時間/10a	5.28時間/10a	うち耕起・整地	0時間/10a	0.96時間/10a	施肥・播種	0.68時間/10a	1.05時間/10a	中耕培土	0時間/10a	0.56時間/10a	<p>○土壌炭素の貯留</p> <p>(例)省耕起栽培による炭素貯留効果(普通畑)</p> <table><tr><td></td><td>慣行(A)</td><td>省耕起(B)</td><td>(B-A)</td></tr><tr><td>土壌炭素の年間減少量(kgC/10a/年)</td><td>▲288kg</td><td>▲198kg</td><td>+90kg</td></tr></table> <p>注:北海道のデータ。</p> <p>○生物多様性の保全(土壌中の小動物の増加等)</p>		慣行(A)	省耕起(B)	(B-A)	土壌炭素の年間減少量(kgC/10a/年)	▲288kg	▲198kg	+90kg	<p>・不耕起栽培の取組実績</p> <p> 水稻(H17):約1.8千ha(0.1%)</p> <p> 麦(H17):約3.0千ha(1.1%)</p> <p> 大豆(H16):約6百ha(0.5%)</p> <p>※()内は各作物作付面積に占める割合</p>
	不耕起栽培	慣 行																								
労働時間計	3.64時間/10a	5.28時間/10a																								
うち耕起・整地	0時間/10a	0.96時間/10a																								
施肥・播種	0.68時間/10a	1.05時間/10a																								
中耕培土	0時間/10a	0.56時間/10a																								
	慣行(A)	省耕起(B)	(B-A)																							
土壌炭素の年間減少量(kgC/10a/年)	▲288kg	▲198kg	+90kg																							
土壌侵食防止のための土壌管理	<p>○作土の流出抑制を通じて生産性を維持</p> <p>(例)傾斜を有する畑土壌における土壌流出量</p> <table><tr><td>対 策</td><td>土壌流出量(乾土t/10a/年)</td></tr><tr><td>対策なし</td><td>9.7 (100)</td></tr><tr><td>畝間へのライ麦播種</td><td>1.1 (11)</td></tr><tr><td>畝間への稲わら設置</td><td>0.9 (9)</td></tr></table> <p>注:岐阜県のデータ。 ()は対策なしの場合の流出量を100とした場合の指数。 なお、10tの作土の流出は、約1cmの作土の流出に相当。</p>	対 策	土壌流出量(乾土t/10a/年)	対策なし	9.7 (100)	畝間へのライ麦播種	1.1 (11)	畝間への稲わら設置	0.9 (9)	<p>○作土の流出抑制を通じて農地土壌の炭素量を維持</p>	<p>・土壌侵食を受ける可能性が高い農地の割合:</p> <p> 普通畑:13%</p> <p> 樹園地:21%</p>															
対 策	土壌流出量(乾土t/10a/年)																									
対策なし	9.7 (100)																									
畝間へのライ麦播種	1.1 (11)																									
畝間への稲わら設置	0.9 (9)																									

農地土壤が有する公益的機能の向上に効果の高い営農活動③

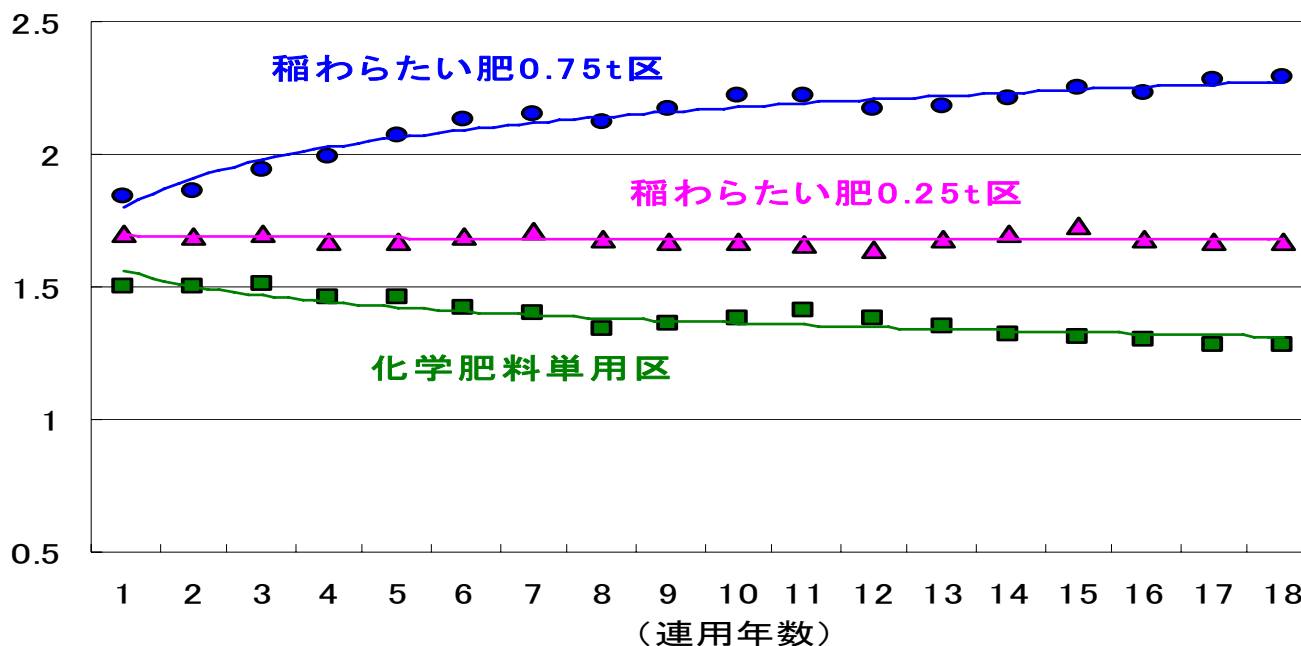
	農地土壤が有する公益的機能の向上効果		備 考 (取組実態等)																							
	作物生産に係る効果	その他の公益的機能に係る効果																								
土壌改良資材(木炭等)の施用	<p>○収量の向上 (例)木炭を施用した場合の収量(大豆)</p>  <table><caption>大豆の収量 (kg/ha)</caption><thead><tr><th>木炭施用量</th><th>収量 (kg/ha)</th></tr></thead><tbody><tr><td>無施用</td><td>556</td></tr><tr><td>250kg</td><td>577</td></tr><tr><td>500kg</td><td>618</td></tr></tbody></table>	木炭施用量	収量 (kg/ha)	無施用	556	250kg	577	500kg	618	<p>○木炭の施用は、<u>土壌炭素機能</u>(炭素貯留効果はたい肥に比べて極めて大きい)、<u>水質等の浄化機能</u>、<u>生物多様性の保全機能</u>を向上。</p>	・木炭の土壌改良資材としての生産量(H16): 約7千トン															
木炭施用量	収量 (kg/ha)																									
無施用	556																									
250kg	577																									
500kg	618																									
多毛作	<p>○収量の向上 (例)緑肥を導入した場合の収量(トマト)</p>  <table><caption>トマトの収量 (kg/ha)</caption><thead><tr><th>年次</th><th>緑肥無</th><th>緑肥有</th></tr></thead><tbody><tr><td>1年目(1998年)</td><td>7.2</td><td>7.8</td></tr><tr><td>2年目(1999年)</td><td>5.4</td><td>6.4</td></tr><tr><td>3年目(2000年)</td><td>4.4</td><td>5.9</td></tr><tr><td>4年目(2001年)</td><td>4.8</td><td>6.3</td></tr></tbody></table> <p>注: 広島県のデータ。</p>	年次	緑肥無	緑肥有	1年目(1998年)	7.2	7.8	2年目(1999年)	5.4	6.4	3年目(2000年)	4.4	5.9	4年目(2001年)	4.8	6.3	<p>○<u>土壌炭素の貯留</u> (例)多毛作による炭素貯留効果</p> <table><tr><th></th><th>トウモロコシ (A)</th><th>トウモロコシ + 大麦 (B)</th><th>(B-A)</th></tr><tr><td>土壌炭素の減少量 (kgC/10a/年)</td><td>▲266kg</td><td>▲158kg</td><td>+107kg</td></tr></table> <p>○<u>土壌の微生物バランスの改善等生物多様性の保全</u></p> <p>○窒素のほ場外への流出の抑制</p>		トウモロコシ (A)	トウモロコシ + 大麦 (B)	(B-A)	土壌炭素の減少量 (kgC/10a/年)	▲266kg	▲158kg	+107kg	・耕地利用率(H17): 93%
年次	緑肥無	緑肥有																								
1年目(1998年)	7.2	7.8																								
2年目(1999年)	5.4	6.4																								
3年目(2000年)	4.4	5.9																								
4年目(2001年)	4.8	6.3																								
	トウモロコシ (A)	トウモロコシ + 大麦 (B)	(B-A)																							
土壌炭素の減少量 (kgC/10a/年)	▲266kg	▲158kg	+107kg																							

たい肥等有機物の施用により土壤中に貯留される炭素量(試算)①

- 我が国の農業試験場において行われてきたたい肥やわら等の有機物の連用試験(水田52地点、普通畑26地点)の成果から、
- ・ 特別な場合を除き、有機物施用により土壤中の炭素貯留量が増加すること
 - ・ 炭素貯留量の高い黒ボク土壌や森林などを開墾して造成した畑土壌においては、有機物を施用しても、炭素貯留量が低下する場合もあること(ただし、この場合においても有機物施用は、化学肥料のみを施用した場合に比べ、炭素貯留量の減少を抑制する効果がある)
- 等を明らかにするとともに、有機物の連用を行った場合、化学肥料のみを施用した場合と比べて、毎年どの程度土壌中の炭素貯留量が増加するかを算定した。

○たい肥連用に伴う全炭素含有率(%)の推移(灰色低地土(畑))

(全炭素(%))



資料:「土壌環境基礎調査(基準点調査)」山口県農試ほ場(山口市)

注:グラフ中の各年のデータは、当該年の前後1年を併せた3カ年平均の数値である。

たい肥等有機物の施用により土壤中に貯留される炭素量(試算)②

- 本連用試験のデータを踏まえると、全国の農地土壤に対してたい肥を毎年1.0～1.5トン/10a(水田:1.0トン/10a、畑:1.5トン/10a)施用した場合における炭素貯留の増加量は、年間約220万トンCと試算。
- また、たい肥の施用に伴い、水田土壤から追加的に16.8～27.4万トンCに相当するメタンが発生すると見込まれることから、これを差し引くと、たい肥の施用に伴う農地土壤全体の炭素収支は年間約193～204万トンCと試算。
これは京都議定書における我が国の第1約束期間における削減目標量2,063万トンC(7,655万トンCO₂; 1990年温室効果ガス総排出量の6%)の9.3～9.9%に相当。

※ なお、本試算については、個々の連用試験のデータにおける土壤炭素貯留量にはばらつきがあり、不確実性が存在すること、また、年間炭素貯留増加量は、たい肥の連用年数の増加に伴い減少していくものであることについて留意が必要。

※※ たい肥の施用に併せて化学肥料の減肥を行うことを前提としていることから、一酸化二窒素の発生は増加しないと見込んでいる。

○たい肥を全国の農地土壤に施用(水田1.0t/10a, 畑1.5t/10a)した場合の炭素貯留増加量(試算)

(単位: 万トンC/年)

	年間炭素貯留増加量※ (A)	有機物施用に伴う メタン発生量(B)	農地土壤の炭素収支 (A-B)
水 田	85	17 ～ 27	58～69
普通畑	135	—	135
全農地土壤	220	17～ 27	193 ～ 204

※ 土壤の種類ごとの年間の炭素貯留増加量(7頁)に土壤の種類ごとの面積を乗じて算出。

農地・農業用水・土地改良施設における地球温暖化対応策のイメージ

【農業・農村への影響】

（農業への影響）

- 栽培適地の移動
- 積雪の減少による河川流量の減少
- 高温障害による農産物生産量の減少、品質低下
- 病虫害の増大
- ダムやため池の水温上昇

- 無降雨日数の増加による厳しい渇水の頻度の増大
- 集中豪雨の程度、頻度の増大

- 河口からの塩水遡上の拡大
- 地下水への塩水浸入

（農村への影響）

- 農村の水循環系の変化
- 土壤生態系の変化
- 植生への影響
- 野生動物、昆虫の生息分布の変化
- 沼地・湿原の減少

【農地・農業用水と土地改良施設への影響】

（農地への影響）

- 蒸発散量の増加による農地の乾燥化
- 土壌侵食・農地災害の増加
- 農地の湿潤化
- 農村の湛水被害の増加
- 沿岸農地の塩類集積

（農業用水への影響）

- 融雪利用可能水量の減少
- かんがい必要用水量の増大
- ダム湖、ため池の水質悪化
- 地下水涵養量の減少
- 沿岸地域の河川表流水・地下水の利用可能水量の減少

（土地改良施設への影響）

- 水利施設の用水供給機能の低下
- ダム湖への土砂流入の増大
- 水利施設の洪水流下能力、排水能力の不足
- 低平地の排水機場、排水樋門の能力不足
- 海岸保全施設の機能と安全性の低下
- 流域内、近隣ダム間の貯留バランスの不均衡

○温暖化の影響に脆弱な地域の特定

- ・農地への影響評価手法の開発
- ・農業水利システムの利水安全度の評価と予測手法の開発
- ・局地的な異常豪雨への影響予測手法の開発

等

○温暖化の影響が顕著となる季節、期間の特定

○広域におけるモニタリング・リスク評価・管理手法の検討

【適応策】

（営農による対応）

- ・品種の変更
- ・作期の変更
- ・作付体系の変更
- ・かけ流しかんがい等の導入

【緩和策】

- ・環境保全型農業の推進による温室効果ガス削減

○営農の変化に対応した水管理、基盤整備の推進

（農地・農業用水・土地改良施設における対応策）

【リスク度合いの把握と現象の観測・監視】

- 推定した地域の閾値又は危険水準に対応するリスクの確認
- 施設機能の診断と影響の観測や監視を継続
 - ・水源施設の不足度合い（水量・水質）
 - ・排水能力の不足度合い
 - ・湛水被害の度合い
 - ・地下水利用への影響度合い
 - ・土壌侵食及び農地災害の可能性の度合い
 - ・リスク度合いに応じた現象の観測・監視

【順応型管理による適応】

- 栽培・水管理などの営農や施設の操作・管理を通じて、既存施設の機能を最大限に生かす
 - ・栽培・水管理などの営農方式の見直し
 - ・操作・管理方法の見直し
 - ・情報の収集・伝達体制の強化

【機能増進による適応】

- 施設の機能を増進するための整備の検討
 - ・水源・揚水・送水施設の機能の付加・向上
 - ・施設の排水能力等の機能向上
 - ・かん水施設の機能向上
 - ・農地の保全・排水強化
 - ・水象変動量を見込んだ施設改修
 - ・農業水利施設間での水運用
 - ・利水者間での水利調整手法の見直し

【貢献策】

- 農地の有効利用による資源作物栽培の促進
- 農業用ダムなどを活用した渇水・洪水防止対策
- リスクヘッジ機能としての健全な水循環の維持
- 農地における生物多様性の確保と地域用水の確保

【農業農村整備における地球温暖化対応策】

自然エネルギー・水・食料等の再生可能な資源の持続的利用に向けた農地・水・土地改良施設の機能保全と最大限の活用

地球温暖化による現象

平均気温の上昇

降水形態の変化

平均海面水位の上昇

地球温暖化防止に貢献する農業の推進に向けて

営農行為

- 有機物の施用の促進
- 不耕起栽培の促進
- 土壌改良資材の施用
- 多毛作の促進

今後の環境保全型農業に関する検討会



基盤整備

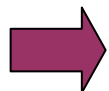
- 農地土壌の管理に係る取組みを支える技術及び温室効果ガス吸収源対策としての土層改良・土壌改良工法の開発
- 温室効果ガス排出削減に資する排水改良などの推進と農村の健全な物質循環の促進
- 水田の気候緩和機能の増進

農業農村整備における地球温暖化対応検討会



連携

食料・農業・農村政策審議会企画部会地球環境小委員会へ報告
→小委員会とりまとめとして企画部会や本審などの場で報告・オーソライズ



ポスト京都に向けて農林水産分野から積極的に発信



北海道洞爺湖
サミットへ

次期枠組みづくりに向けた工程

19.12

20.12

21.12

24.4

COP13

作業部会（4回）

COP14

作業部会（随時）

COP15

国際交渉

バリ・ロードマップ採択

2月

新たな削減手法の考え方について条約事務局へ提出

作業部会

- ・農地等の取扱いルールを検討
- ・排出量の算定方法の検討

次期枠組骨格決定

次期枠組の削減約束の検討

次期枠組合意

第2約束期間開始

省内検討体制の整備

- ・大臣官房
- ・生産局
- ・農村振興局
- ・技術会議事務局（研究機関等）
- ・林野庁

農地管理に関心を有する国等との連携

- ・米国
- ・カナダ
- ・オーストラリア
- ・ニュージーランド
- ・EC
- 等

関係府省との連携

国内関係者との意見交換の実施

農業環境政策の主な手法

- ◆ 経済的手法
 - 農家への直接支払い(環境支払い)
 - 環境税
 - 利用権等の取引(排出権取引等)
- ◆ 規制的手法
 - 法的規則
 - クロス・コンプライアンス
- ◆ 普及・研究
- ◆ 表示、認証
- ◆ 地域社会としての取組

ただし...

国際的な議論を踏まえると
以下の点に留意する必要

- ✓ 農政改革の方向性との整合
- ✓ 環境影響の定量化
- ✓ レファレンス・レベル
- ✓ 政策の費用対効果

IPCC第4次評価報告書政策決定者向け要約

- ・ <農業分野: 現在、商業的に可能となっている鍵となる防止技術及び実践方法>
土壌炭素蓄積を増加させるような農用地と放牧地の管理; 耕作されている泥炭土壌と劣化している土壌の回復; 稲の耕作技術と家畜及びたい肥の管理の改善によるメタンの削減
- ・ <農業分野: 環境上効果的と考えられる政策、対策及び手法>
土地管理の改善、土壌炭素の容量の維持、肥料及び灌漑の効率的な利用のための財政的インセンティブと規制

IPCC第4次評価報告書第3作業部会報告書

- ・ 土壌炭素蓄積(吸収源)は農業分野における緩和の可能性の大部分を占め(意見の一致度高、多くの証拠), 技術面での緩和の可能性のうち89%程度貢献できるとみられる。
- ・ 農業生態系は大量の炭素を貯蔵しており、そのほとんどが有機炭素の形で存在している。歴史的には、50PgCが失われたが、管理を改善することで大気中のCO₂を吸収することができる。光合成による炭素の投入及び土中に貯留された炭素の呼吸、燃料、侵食による放出を遅くすることで、炭素を貯留したり炭素の吸収源とすることができる。世界中の多くの研究によって、地域の状況に適したさまざまな方法を通じて、大量の土壌炭素を貯留できることが明らかとなっている。
- ・ 概して、農業分野における温室効果ガスの防止は多大な潜在性を有している(意見の一致度高、中程度の証拠)。

IPCC第4次評価報告書第3作業部会報告書

・作物学の観点からは、収量を増加させ炭素残さ(carbon residue)をより多く発生させる農法により、土壌炭素貯留の増加につながりうる。そのような農法の例としては、改良種の利用、輪作の伸延(extending crop rotations)、特に地中に炭素を多く保つ永年作物、植えつけがされていない裸地の状態の休閑地の減少といったものがあげられる。栄養分が不足している場合には養分を追加することも有効だが、窒素肥料によるメリットは土壌からのN₂Oの発生の増加や肥料製造に伴うCO₂の排出増加によって打ち消される可能性もある。

・作物残さは土壌中の主な炭素貯蔵(carbon store)である土壌有機物質(soil organic matter)の前駆物質であるため、留めておけばさらに土壌炭素を増加させる傾向にある。

・CDM(クリーン開発メカニズム)は現在のところ土壌炭素蓄積のプロジェクトを範疇に入れていないが、カナダとアメリカの新興市場では土壌炭素蓄積からのカーボンオフセットの取引を支持している。カナダでは、サスカチュワン土壌保全協会(Saskatchewan Soil Conservation Association; SSCA)等の農家グループが、カーボンオフセットのクレジットを付与するかわりに不耕起栽培の実施を奨励している。米国では、太平洋北西直播協会(Pacific Northwest Direct Seed Association)が不耕起管理から生じる土壌炭素クレジットをエネルギー会社に売り出している。シカゴ気候相場(Chicago Climate Exchange ;CCX)は、不耕起栽培や農地から草地への転換による温室効果ガスのオフセットを市場取引メカニズムを通じて自主的に取引することを認めている。このような農業由来の温室効果ガスによるオフセットの対象範囲及び取引の場は拡大するだろう。

農地管理に関する国際的評価③

米国連邦議会への報告「気候変動：米国の農業セクターの役割」(CRS: 米国議会調査局)

- ・2004年における農地土壌による炭素貯留量は1,240万メトリックトン(約1360万トン)と推定された。直近5ヶ年の平均と比較すると、2004年の推定貯留量が炭素吸収貯留量の可能性を示している。しかし、1990～1995年と比較すると、農地炭素貯留量は下回っている。
- ・USDAのレポートによれば農地土壌の潜在的な炭素貯留量は現状よりも大きく上回ると予測される。2012年までの間に1,100万メトリックトン(約1,210万トン)もの炭素が追加的に貯留可能と見積もり、ほぼ倍増するとUSDAは予測している。この追加分は、土壌管理の改善(概算で60%)、たい肥と栄養分の管理の改善(約30%)、追加的な休耕(約10%)が見込まれている。

米国農務省経済研究局(ERS)

- ・2002年2月には、大統領が農務省に対し、大気中から炭素を取り込み、土壌や植物へ貯蓄するような農業生産方法や土地利用の方法を選択させるようなインセンティブについて勧告を作成するよう指示
- ・研究により得られた知見によると、農業は低コストで土壌およびバイオマス(動植物)に追加的に炭素を蓄積することが可能である。

OECD「土壌有機炭素と農業」(2002)

- ・農地土壌は世界の植生が含有する炭素のせいぜい2%程度を占める程度だが、土壌炭素については約10%を占める。また、草地とサバンナはその多くで家畜の放牧がされており、地球全体の土壌炭素ストックの30%がさらに含まれている。したがって、農業用に管理されている土地が地球上の炭素ストックのかなりの部分を占めている。さらに、これらの土地の多くが集約的に管理されているため、そこでの炭素フローはより人間にとってコントロールしやすいものとなっている。