

第1章 水田輪作体系における不耕起栽培を導入した温室効果ガス低減型栽培管理技術の開発

1. 水田輪作体系における安定した不耕起栽培体系の確立

ア 研究目的

京都議定書の削減目標達成のため、農業活動から発生する温室効果ガスの削減は急務である。北海道の水田転換畑の二酸化炭素排出削減は、不耕起栽培の導入および有機物投入により可能と考えられるが、圃場からの温室効果ガス発生量を含め、LCA手法等によって削減効果を評価し、土壌への炭素吸収力の評価を定める必要がある。また、技術の普及のためには不耕起栽培技術の安定化をはかる必要がある。そこで、温室効果ガス低減型栽培管理技術の安定化をはかるために、麦-大豆栽培体系をモデルケースとして、収量性は慣行比で90%以上、雑草処理に要する作業性は慣行と同等、また、播種に関わる作業時間を慣行の80%以内を目標とする、安定した不耕起栽培技術を確立し、その適用条件を満たす北海道における水田転換畑の耕地面積を試算した。

イ 研究方法

1) 収量性の検討

2008年から2010年にダイズ「ユキホマレ」および春まきコムギ「春よ恋」を不耕起（播種溝以外の耕起を行わない）と慣行耕起（チゼル耕：耕深12cmで耕起後、ロータリ耕により整地を行う）で栽培し、収量性を評価した。供試圃場は北農研美唄試験地（ダイズのみ、泥炭土）、および札幌（ダイズおよび春まきコムギ、火山性土）の水田転換畑圃場とした。この他に春まきコムギは2009年11月9日美唄市農家圃場において初冬まきを行った。供試圃場の前歴、水稲から畑に転換したタイミングはそれぞれ異なるが、ダイズは畑転換後初年目に4回、畑転換後2年目以降に5回栽培し、春まきコムギはいずれも畑転換5年目以降に試験を行った（表1-1）。ダイズはいずれも5月下旬に播種し、春まきコムギは4月下旬に播種した。条間はダイズでは60cmとし、春まきコムギは30cmとし、播種は手まきまたは機械播種とした（表1-1）。ダイズの

播種密度は手まきと耕起区では約22本/m²としたが、不耕起播種機（NSV-600）を用いた圃場2から圃場5の不耕起区の播種密度は約19本/m²となった。春まきコムギの播種量は16g/m²とした。施肥量はダイズではマメ類用化成肥料（成分N：4%、P₂O₅：13%、K₂O：10%）を50g/m²、春まきコムギでは麦類用082化成肥料（N：10%、P₂O₅：18%、K₂O：12%）を播種時に80g/m²条施用した。

収量調査はダイズ、春まきコムギともに成熟後に行った。ダイズの収穫調査は収穫時の栽植密度と40個体のサンプリングを圃場1と圃場3では1区あたり1カ所、圃場2では3カ所、圃場4と5では4カ所行った。脱穀後7mmの篩上に残った子実重と栽植密度から単位面積あたりの粗子実重を求め、300粒について虫害粒と病害粒を調査し、これを除いた重量比を粗子実重に乗じて子実収量を求めた。春まきコムギは1区あたり2.4m²（2m×4条）を収穫し、脱ぼう、とうみ選後の脱穀後2.4mm幅の篩上の子実を収穫面積で除して子実収量を求めた。試験1区あたりの面積は表1-1に示したとおりであり、それぞれ3反復とした。なお、春まきコムギの現地圃場では、隣接する圃場に不耕起播種（NSV600、使用トラクタFIAT540:54HP）と慣行播種（田端グレーンドリルTD-8、使用トラクタ三菱ST3840:38HP）を行い、50aの圃場で消費する燃料と、作業時間を計測し、収穫調査も行った。

2) 不耕起栽培適地の検討

①除草の観点からの不耕起栽培適地の検討

美唄市内の30カ所の農家圃場で土壌をサンプリングし、雑草の埋土種子密度を出芽法で調査し、雑草の出芽率を5%、除草剤土壌処理と選択性除草剤の茎葉処理後の残草の割合をそれぞれ10%と5%とした場合に、1時間以内で除草可能な圃場の割合を求め、それらから不耕起栽培適地面積を試算した。

②適地面積の試算方法

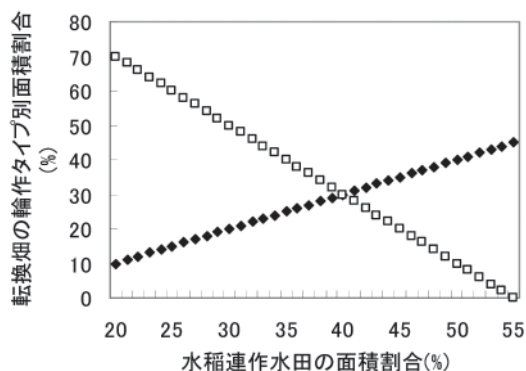
水田転換畑における不耕起栽培適地面積を求めるために、水田における転作率（水稲以外の作物のみの作付田/水田本地面積、2007年から2009年の平均）をもとに、畑作物連作田と田畑輪換田（6年中

表 1 - 1 供試圃場の履歴と 1 区面積

試験地 試験年	圃場1 札幌		圃場2 札幌	圃場3 札幌	圃場4 美唄	圃場5 美唄
	-----		-----	作付順序	-----	-----
2003	水稲		ダイズ	水稲	水稲	ダイズ
2004	秋まきコムギ		春まきコムギ	ダイズ	ダイズ	水稲
2005	セイヨウカボチャ		水稲	春まきコムギ	水稲	ダイズ
2006	ダイズ		ダイズ	水稲	ダイズ	水稲
2007	秋まきコムギ		春まきコムギ	ダイズ	水稲	ダイズ
2008	ダイズ	春まきコムギ*	水稲	水稲	ダイズ*	水稲
2009	春まきコムギ*	ダイズ	ダイズ*	水稲	ダイズ	ダイズ*
2010	ダイズ	春まきコムギ	水稲	ダイズ*	秋まきコムギ	ダイズ(虫害)
1区面積	13.2㎡		75.6㎡	21.6㎡	130.8㎡	130.8㎡

作物のアンダーラインは耕起処理を設けて栽培したことを示す。作物右側に付した * は機械まきしたことを示す。圃場5の2010年ダイズは虫害の発生により低収となった。

3年水稲、3年畑作とした)の面積を設定した(図1-1)。次に、栽培試験の結果と文献調査の結果から不耕起による減収が小さい輪作体系と、土壌条件の選定を行った。さらに、計画排水能力4時間降雨4時間排除の排水条件が不耕起栽培に適すると設定して、北海道におけるその面積割合は農林水産省「土地利用基盤整備基本調査」より得た。



◆ 畑連作水田の面積割合 □ 田畑輪換水田の面積割合

図 1 - 1 転換畑の面積割合を 45% に設定した時の連作水田、畑連作水田、田畑輪換水田(6年中3作水田)の割合

ウ 結果及び考察

1) 水田転換畑における不耕起栽培の収量性と作業性
札幌および美唄の転換畑で実施した試験のダイズの収量を図1-2に示した。それぞれの試験内で、ダイズの収量を慣行耕起栽培と不耕起栽培で比較すると、収量に有意差は認められなかった。しかし、畑転換初年目のダイズ不耕起栽培は慣行耕起栽培に比べて減収する傾向を示した。これに対して、畑転

表 1 - 2 畑転換後の年数による耕起法に対するダイズ収量反応の違い

畑転換後	試験数	不耕起栽培	慣行耕起栽培	分散分析p
初年目	4	295.8	336.5	0.025*
2年目以降	5	294.6	284.6	0.257

収量の単位はkg / 10a

表 1 - 3 不耕起栽培および慣行耕起栽培した春まきコムギの収量

試験年	2008	2009	2010	2010
	圃場1	圃場2	圃場3	現地初冬まき
不耕起栽培	410	265	385	475
慣行耕起栽培	394	221	314	500
分散分析p	0.239	0.265	0.005**	—

現地の初冬まきコムギの収量は不耕起栽培と隣接する圃場の収量で、統計解析は行っていない。

収量の単位はkg / 10a

換2年目以降に行った試験では、不耕起栽培のダイズの収量は慣行耕起栽培と同等であった。畑転換後初年の4試験事例と、畑転換2年目以降の5試験事例について、各試験をブロックと見なして分散分析を行ったところ、畑転換後初年目の不耕起栽培のダイズは慣行耕起栽培に比べて有意に減収し、畑転換後2年目以降のダイズ収量には耕起法の影響は有意に認められなかった(表1-2)。

圃場1で栽培した春まきコムギは不耕起栽培で多収となる傾向が認められ、2010年は有意に多収となった。現地における初冬まき栽培の不耕起栽培の収量は慣行栽培に比べやや低い傾向が見られたが、春まきコムギとしては多収であった(表1-3)。

以上の結果から、不耕起栽培を畑転換初年目に行

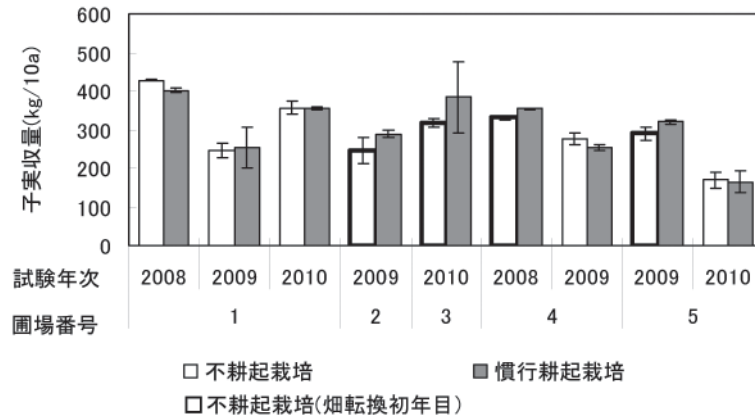


図1 - 2 不耕起栽培および慣行耕起栽培したダイズの収量

表1 - 4 作業時間の比較

hr/ha	実測値		標準作業体系(秋まき小麦)
	不耕起	慣行	
播種作業	2.8	2.1	1.2(2.5m幅グレンドリル)
種子, 肥料運搬	0.1	0.1	
耕起	未計測		1.2 (チゼルプラウ)
整地	未計測		1.6 (2.6m幅ロータリハロ)
合計	2.9(71%)		4.1

標準作業体系は「北海道農業生産技術体系」3版の農業機械のほ場作業能率等一覧表より

うと減収の危険があることがダイズ栽培において明らかになった。これに対して、畑転換2年目以降ではダイズ、春まきコムギともに減収は認められないことから、不耕起栽培を導入する際には畑転換後2年目以降に導入することで安定生産がはかられると判断された。

不耕起播種機の作業能率と燃料消費を調査したところ、不耕起播種機の1時間あたりの作業量は36a、1haあたりの燃料消費量は9Lであった。これは、農家慣行の1時間あたりの播種機の作業量48a、1haあたりの燃料消費量7.6Lよりも劣ったが、慣行作業では耕起が必要となることから、不耕起栽培の圃場準備と播種に要する作業時間は慣行栽培の71%に減らすことが可能であり(表1-4)、水稲収穫等の作業と競合しやすい秋作業において、不耕起栽培は省力的な播種作業が期待できるものと判断された。

また、札幌圃場における農薬成分使用回数は、慣行耕起栽培でコムギ、ダイズともに8回、不耕起栽培では、非選択性除草剤の播種前処理により1回増

加し9回となった。耕起の代わりに雑草を枯らすために、除草剤の使用が不可欠であることから、不耕起栽培は減農薬栽培には向かないものの、北海道慣行レベルの農薬成分使用回数(春まきコムギ12回、ダイズ13回)をいずれも下回る使用回数で栽培することは可能と判断された。

ダイズの不耕起栽培における雑草の発生は、キク科雑草が多かった。本試験においてダイズ播種後の土壌処理に使用したアラクロール・リニュロン混合処理はキク科雑草に卓効を示したため、除草に要する労力は慣行耕起栽培と変わらないと考えられた。しかし、圃場1ではセイヨウタンポポやスギナの増殖が不耕起栽培で認められた。小林(2006)は不耕起栽培における雑草の植生の特徴として、耕起栽培に比べて攪乱の強度が小さいため、一定量の多年生雑草が侵入定着することを示しており、大きな埋土種子集団を形成しない、風散布型のキク科雑草が増加するとしている。これらから、不耕起栽培継続時には、播種前にこれらの雑草を制圧する必要があると推察された。

これらの結果より、目標として設定した、慣行比で収量は90%以上、雑草処理に要する作業性は同等、播種に関わる作業時間は80%以内で不耕起栽培を行うことは、雑草の少ない圃場、畑転換後2年目以降の圃場を対象にすることで可能と判断された。

2) 水田転換畑における不耕起栽培適地面積の試算

①雑草防除の観点からの不耕起栽培適地の割合

辻ら(2010)はダイズ栽培における収穫時の要除

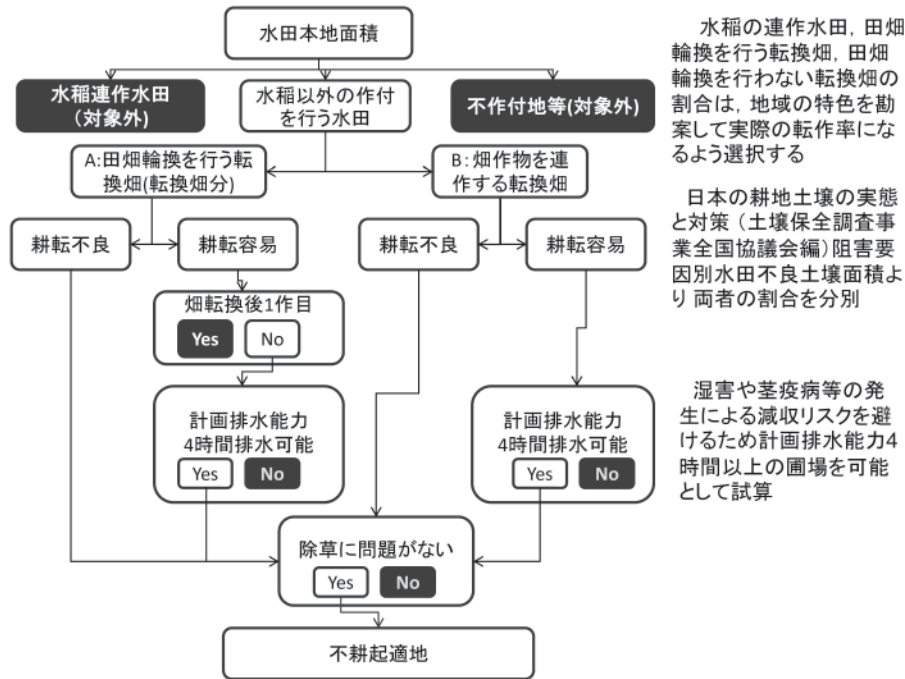


図1 - 3 不耕起栽培適地試算のフロー図

草雑草密度(草丈20cm以上または多汁質の果実をつける雑草)が0.56本/m²を超えると、収穫前の拾い除草時間が1時間を超え、除草必要期間が終わる直前にあたる7月10日頃までに発生した雑草の約2割が要除草雑草となることを示している。これらから7月上旬までに発生が許容される雑草の密度は約3本/m²と推定された。

土壌中の雑草種子の出芽率を5%、除草剤の土壌処理と茎葉処理の体系防除によって、無処理に対する雑草の残草率が2%とすると、埋土種子密度の0.1%が残ると推定され、発生が許容される雑草密度を3本/m²とすると、埋土種子密度3000個/m²以下の圃場であれば、機械除草を行わない不耕起栽培の除草体系でも、除草による労働負担が増大する危険は小さいと考えられた。

2009年に美唄で実施した調査の結果、農家圃場の雑草の埋土種子密度は0個/m²から約55,000個/m²までの広い分布を示し、30カ所の調査地点の中で、埋土種子密度が3000個/m²以下の地点は全体の50%にあたる15カ所であった。これらから、除草の観点から不耕起栽培に適する面積は、全体の50%として、以下の不耕起栽培適地の試算を行うこととした。

②不耕起栽培適地の試算

北海道における水田の本地面積は2007年から2009年の平均で約213,000haであり、水稻以外の作物のみ栽培した面積は、その約45%にあたる約95,500haであった(農林水産省耕地及び作付面積統計より平成19年から平成21年の平均値)。北海道における転換畑の利用では、畦畔を崩して長期間畑として利用する場面が多いと考えられることから、試算には畑連作水田と田畑輪換水田の面積比を2:1とし、連作水田を46%、畑連作水田を36%、田畑輪換水田18%として試算した。田畑輪換水田で想定する輪作体系を、6年中3年間連続して水稻を栽培し、その後畑転換して3年間を畑地として利用する条件に設定し、その50%(水田本地面積の9%)が転換畑として利用されるものとした。これらに、圃場の排水性に優れる計画排水能力4時間降雨4時間排除の整備割合の全道平均値と、雑草防除に問題が生じない圃場割合(50%)を乗じて不耕起適地を試算することとした。

なお、本試験において畑転換後初年目の不耕起栽培で減収する傾向が見られることから、田畑輪換水田には不耕起栽培を畑期間の3年中2年しか導入しないとして試算した。ただし、重粘で耕起が困難とされる土壌では畑転換1作目に不耕起栽培したコムギの収量が慣行耕起に比べて多収になる事例が複数

表 1 - 5 不耕起栽培の適地面積試算値

水田本地面積*(ha)	213 600
設定条件 耕地利用 (%)	
水稻連作および作付無し	46
A: 田畑輪換を行う転換畑	18
B: 田畑輪換しない転換畑	36
A: の夏作の転換率	50
Aの想定輪作体系	6年6作輪作
転作率*	45
畑作期間の耕地利用率**	100
その他の除外条件	
除草面からの不適地率	50%
田畑輪換 転換1作目	3作中1作除外
計画排水能力	4時間排除不可能な耕地率を除外
不耕起作付可能面積(ha/year) 試算値	
A: 田畑輪換を行う転換畑	4595
B: 田畑輪換しない転換畑	24262
合計	28857

* 水稻以外の作物のみを作付した面積 / 水田本地面積

** 1年1作として試算した

報告されている（西尾ら 1976、真鍋ら 1988、長野間ら 1991）。そこで、田畑輪換、畑連作で使われるとした水田のうち、阻害要因別水田不良土壌（土壌保全調査事業全国協議会、1991）より耕耘の難易Ⅲ、Ⅳ等級にあたる 17.2%の圃場では畑転換初年目より不耕起栽培が適し、土壌の排水条件も考慮しないこととした（図 1 - 3）。

このような方法で北海道の水田転換畑における不耕起栽培適地面積を試算すると、約 29,000ha/year となり、水田本地面積の約 13.4%と試算された（表 1 - 5）。仮に、不耕起栽培により 1.8 CO₂ Mg/ha/year の温室効果ガス削減が可能とすれば、北海道の水田転換畑の温室効果ガス削減ポテンシャルは、1年で約 52,000 Mg と試算される。

エ 今後の課題

不耕起栽培の作業体系はおおむね目標値に達した。一方で、今回示した適地は推定値であり、技術体系を確立するため継続して実証試験を行い、適地条件を精緻化する必要がある。

オ 要約

北海道における不耕起栽培の収量性を検討したところ、畑転換後初年目のダイズの収量は慣行栽培に比べて低いが、2年目以降では安定生産が可能であった。不耕起栽培による水田転換畑の温室効果ガ

ス削減のポテンシャルを明らかにするために、輪作体系、圃場の排水性、耕耘の難易、雑草埋土種子を基に試算したところ、北海道の水田転換畑における不耕起栽培適地面積は約 29,000ha/year となった。

カ 参考文献

土壌保全調査事業全国協議会（1991）：日本の耕地土壌の実態と対策。博友社、東京。

小林浩幸（2006）：不耕起ダイズ栽培における雑草の生態と耕種的防除。東北農研報。105, 97-154。
 真鍋尚義・大隈光善・千蔵昭二（1988）：麦類の稲わら利用不耕起播畦立栽培技術（2）不耕起播畦立栽培小麦の生育特性上の2,3の問題点。福岡農総試研報A。7, 45-50

長野間宏・児玉徹・金田吉弘・山谷正治（1991）：耕耘方法が低湿重粘土汎用水田の土壌物理性に及ぼす影響。土壌の物理性。62, 43-52。

西尾隆雄・下田健之介・間寿太郎・小久江信芳（1976）：粘質田における不耕起散播麦の湿害回避。鳥取農試報。16, 1-10。

辻博之・粟崎弘利・永田修・大下泰生（2010）：除草作業の観点から推定するダイズ栽培で必要とされる雑草制圧程度。雑草研究 55（別），48

（辻 博之）

2. 不耕起栽培による温室効果ガス発生量低減効果の評価

ア 研究目的

水田転換畑の輪作体系の不耕起栽培による温室効果ガス低減効果を評価することを目的とし、小麦と大豆作の農地からの温室効果ガス排出量を評価し、不耕起による排出量低減効果について検討した。

イ 研究方法

1) 温室効果ガス排出量の評価方法

本研究では、LCA手法を用い、(i) 肥料、農薬、農作業機など資材製造、(ii) 農作業、(iii) 乾燥調整、(iv) 出荷、に伴う温室効果ガス排出、(v) 土壌からの排出、からなる総温室効果ガス排出量を算出した。これ以降、(i) ~ (iv) を化石燃料由来、(v) を土壌由来の排出と呼ぶことにする。

検討した栽培管理は、北海道農政部策定の栽培技術管理体系（北海道農政部、2000）に準じたが、大豆の中耕は栽培管理として評価しないものとした。肥料、農薬、農作業機の製造由来の温室効果ガス排出量は、産業連関表（I-A）¹モデルを用いて、農業生産費に排出原単位を乗じて算出した。農作業機燃料由来の排出量は、対象とする体系の燃料消費量に軽油、ガソリンの排出係数（それぞれ2.64, 2.36 kgCO₂ L⁻¹）を乗じて算出した。乾燥調整由来の排出量は、1 tの子実乾燥に灯油29.5 Lと電力を44.4 kWhが必要と考え、小麦と大豆の収量をそれぞれ4.85 t ha⁻¹、2.53 t ha⁻¹（北海道における平成18年・19年の平均収量）と仮定し算出した。出荷由来の排出量は、圃場から集荷場まで片道10 kmを4トントラックで輸送すると仮定した。計算手法の詳細は古賀（2004）を参考にされたい。

土壌由来の温室効果ガスは、後述の栽培試験圃場における二酸化炭素（CO₂）、メタン（CH₄）、一酸化二窒素（N₂O）排出量とし、各ガスの排出量に温暖化係数（IPCC、1995）を乗じてCO₂換算した温室効果ガス排出量を算出した。

2) 圃場試験

北海道農業研究センターの水田転換畑圃場で2008年4月から2010年10月に実施した。圃場を

2分割し、春小麦（春よ恋）と大豆（ユキホマレ）を交互に栽培し、2008年小麦栽培区を「体系1」、大豆栽培区を「体系2」とし、それぞれを慣行耕起区（CT）と不耕起区（NT）に分割し、さらに残渣持ちだし・有機物無施用区（NR/NM）、残渣還元・堆肥無施用区（+R/NM）、残渣還元・堆肥施用区（+R+M）に分割した。各試験区は3反復設置された。残渣は、2008年の試験開始前（4月）に+R/NMと+R+Mに小麦残渣を現物重で10a当たり500kg、2008年と2009年の10月にそれぞれの収穫実績に応じた量を、一様に散布した。同時に、+R+Mでは牛糞厩肥を10aあたり現物重2000 kgで一様に散布した。残渣と堆肥はCTでは鋤き込まれたが、NTでは地表面に放置された。

3) 土壌由来の排出量

温室効果ガス排出量は密閉チャンバー法で測定した。CO₂排出量は、作物根の侵入を防いだ裸地区を設け有機物分解量を測定し、それから投入残渣量、根の有機物量、投入有機物量（堆肥、融雪材）の合計を減じて農地土壌由来のCO₂排出量とした。CH₄とN₂O排出量は、小麦は作物の畝間、大豆は作物の株間において測定した。

ウ 結果及び考察

1) 化石燃料由来の排出

1年あたり化石燃料由来の排出量は、小麦作で1570～1660 kgCO₂ ha⁻¹、大豆作で1180～1370 kgCO₂ ha⁻¹となった（図1-4）。化石燃料由来のなかで、肥料製造、農作業機等燃料、乾燥調整由来の排出が多かった。慣行耕起から不耕起への変更では、農作業機等燃料由来が低減したが、農薬散布回数が1回増加することで農薬製造由来の排出が若干増加したため一部相殺され、合計で最大8%の低下となった。

2) 土壌由来の排出

CO₂排出量は、NR/NMで1860～2320 kg C ha⁻¹ y⁻¹、+R/NMで531～1200 kg C ha⁻¹ y⁻¹であったが、+R+Mでは1930～2350 kg C ha⁻¹ y⁻¹と負となり、正味で炭素を吸収していたことがわかった（表1-6）。このことから、農地土壌の炭素量を維持するた

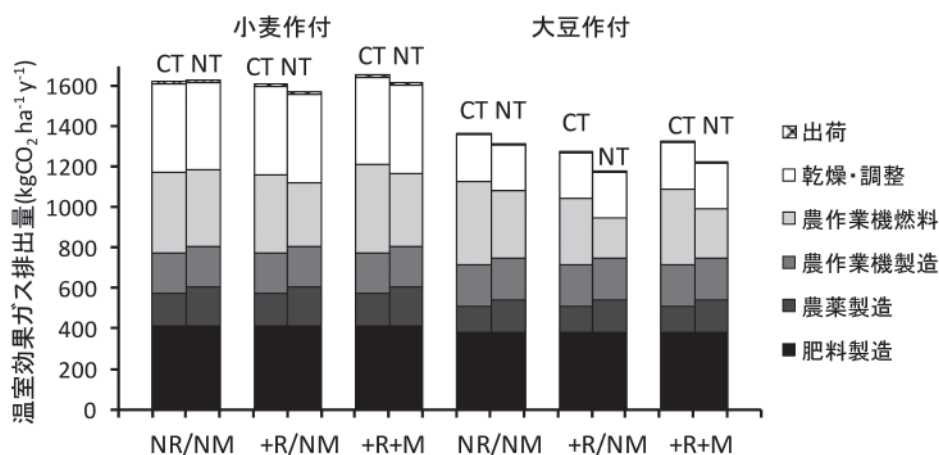


図1 - 4 化石燃料由来の温室効果ガス排出量とその内訳

表1 - 6 一年あたりのCO₂、N₂O排出量とCO₂換算した総温室効果ガス排出量（GWP）

	NR/NM		+R/NM		+R+M		分散分析の結果		
	CT	NT	CT	NT	CT	NT	Tillage	OMA	T × OMA
体系1							体系1		
CO ₂	kgCha ⁻¹ y ⁻¹	1860±344	2320±90	649±564	351±162	-2230±383	-2330±123	***	
CH ₄	kgCha ⁻¹ y ⁻¹	0.411±0.457	0.214±0.287	0.237±0.351	-0.284±0.560	-0.199±0.627	0.196±0.459		
N ₂ O	kgNha ⁻¹ y ⁻¹	0.465±0.0533	0.682±0.108	0.438±0.138	0.414±0.0621	1.13±0.383	0.956±0.204	**	
GWP	kgCO ₂ ha ⁻¹ y ⁻¹	7260±1270	9030±328	2830±2130	2710±617	-7360±1240	-6690±483	***	
体系2							体系2		
CO ₂	kgCha ⁻¹ y ⁻¹	1950±503	1900±228	1200±467	573±84	-1930±611	-2350±78	***	*
CH ₄	kgCha ⁻¹ y ⁻¹	-0.0959±0.124	-0.209±0.191	-0.0777±0.208	-0.592±0.769	-0.210±0.748	-0.188±0.393	†	
N ₂ O	kgNha ⁻¹ y ⁻¹	0.522±0.107	0.639±0.0941	0.670±0.302	0.607±0.136	0.998±0.0811	1.34±0.314	**	
GWP	kgCO ₂ ha ⁻¹ y ⁻¹	7550±1820	7360±808	3860±1720	2530±361	-7630±2340	-7840±287	***	

値は平均と標準偏差 (n=3)。分散分析表のTillageは耕起法、OMAは有機物施用、T × OMAは耕起法と有機物施用の交互作用を示す。† P<.0.10、*P<.0.05、**P<.0.01、***P<.0.001。GWP;Global warming potential

めには残渣還元以外に堆肥の投入が必要であることが示された。観測期間の積算では、有機物施用による排出量低減が1%水準で有意に認められたが、耕起法の変更では有意な差が認められなかった。しかし、2008年の生育期間や2008～2009年の非栽培期間ではCTの排出量が上回り、逆に2009年栽培期間ではNTで排出が大きくなった。このように時期によってCO₂排出量の大小関係に変化が認められたのは、不耕起開始からの経過時間、気象条件やそれに起因する土壌の水・熱環境が関連すると推察される。このことは不耕起による温室効果ガス削減効果の発現条件と関連するため、詳細な説明が求められる。

CH₄排出量は、期間を通じて小さく、観測期間における総排出量は、0.592～0.411 kg C ha⁻¹y⁻¹であった(表1-6)。この値は、CO₂排出/吸収量に比べるとずっと小さく、排出量は耕起法や有機

物施用の違いの影響を受けなかった。N₂O排出量は、0.414～1.34 kg N ha⁻¹y⁻¹となった(表1-6)。有機物施用、特に堆肥施用によって排出量が増加したが、耕起法の違いによる有意な差は認められなかった。

CO₂換算した土壌由来の温室効果ガス総排出量GWPは、NR/NMで7260～9030 kgCO₂ ha⁻¹y⁻¹、+R/NMで2530～3860 kgCO₂ ha⁻¹y⁻¹、+R+Mで7840～6690 kgCO₂ ha⁻¹y⁻¹となった(表1-6)。有機物施用によって排出量が増加したが、耕起法の違いによる有意な差は認められなかった。GWPの内訳は全ての処理区において、CO₂が最も寄与が大きかった(図1-5)。CH₄やN₂Oは寄与が小さかった。

3) 不耕起や有機物施用による削減効果

化石燃料由来と土壌由来の排出量を合わせた総

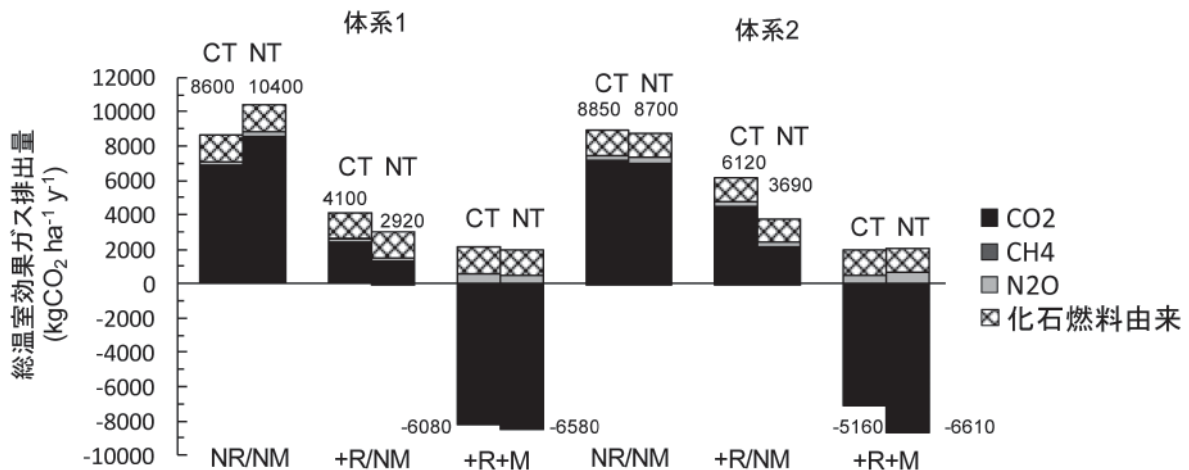


図1 - 5 土壌由来と化石燃料由来を合わせた総温室効果ガス排出量とその内訳
数字はそれぞれの総温室効果ガス排出量の平均値 (n=3) を示す

排出量は、NR/NMで8600～10400 kgCO₂ ha⁻¹ y⁻¹、+R/NMで2920～6120 kgCO₂ ha⁻¹ y⁻¹、+R+Mで6610～5160 kgCO₂ ha⁻¹ y⁻¹となった(図1-5)。総排出量は化石燃料由来より土壌由来の排出に左右されていた。本研究では、耕起法による違いは有意ではなかったが、有機物施用によって温室効果ガスは有意に減少した。このことから、農業生産由来の総排出量を削減するには、土壌由来の排出の削減が効果的であると考えられる。

るLCAの適用. 北農、71、8 16.

北海道農政部(2000):北海道農業生産技術体系(第2版).北海道農業改良普及協会.

Robertson, G. P., Paul, E. A., and Harwood, R. R., (2000): Greenhouse gases in intensive agriculture: contributions of individual gases to the radiative forcing of the atmosphere. Science, 289, 1922-1925.

(矢崎友嗣)

エ 今後の課題

土壌の炭素収支のデータの測定精度が十分であることを良くチェックするとともに、これまでのデータも集積して、精度の高い方法論を、今後、構築していく必要がある。

オ 要約

LCA手法によって水田転換畑における不耕起による温室効果ガス排出量低減効果を検討した。その結果、化石燃料由来に比べ、土壌由来の寄与が大きく、土壌由来のうち、CO₂排出量が最大であった。総温室効果ガス排出量は耕起法で有意差がなかったが、不耕起で土壌有機物の分解が抑制された期間があった。CH₄、N₂Oは排出量が小さく、耕起法による違いはみられなかった。

カ 参考文献

古賀伸久(2004):十勝地方の大規模畑作に対す