

環境に配慮した持続可能な農業農村基盤整備事業の 経済評価に関する基礎研究

山本 康貴（北海道大学大学院農学研究院）
山本 充（小樽商科大学大学院商学研究科）
伊藤 寛幸（株式会社ルーラルエンジニア）
桟敷 孝浩（北海道大学大学院農学研究院）

I 研究の背景と課題

地球温暖化など、環境問題が様々なかたちで顕在化しつつある中で、国民の環境意識は高まっている。経済社会を環境に配慮した持続可能なものに転換して行くことは、いまや重要な課題である。農業農村整備事業のあり方についても、コスト低減などの経済面だけではなく、環境面にも十分に配慮した展開が強く求められているといえよう。

農業農村整備事業における圃場の大区画化は、農業機械の効率的利用¹⁾などを可能とする。費用便益分析を実施する場合に、圃場の大区画化がもたらす効果は、これまで主に労働時間節減、農業機械（トラクタなど）の稼動に要する燃料（軽油など）消費量の減少などとして経済評価されてきた。これらの効果のうち、燃料消費量の減少は、燃料費節減といった経済面はもとより、燃料消費によって農業機械から排出される環境負荷（二酸化炭素など）の低減といった環境面にも資するものである。

農業機械から排出される環境負荷の排出問題は、今後、重要な論点になって行くと思われる。その背景として注目されるのは、2006年4月から「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律」（以下「オフロード法」）が施行され、特定特殊自動車として分類されるトラクタなどの農業機械からの環境負荷排出規制が本格的に開始されている²⁾点である。本研究の課題は、燃料消費によって農業機械から排出される3種類の環境負荷（二酸化炭素、窒素酸化物、浮遊粒子状物質）を対象に、農業農村整備事業の1つである圃場の大区画化がもたらす環境負荷低減効果の経済評価を試みることにある。具体的には、次の3つの手順で分析される。まず、3つの区画規模（大区画、中区画、小区画）別に、それぞれ圃場作業体系を想定し、排出される環境負荷量を推計する。次に、これらの環境負荷量を貨幣換算した外部費用を推計する。最後に、小区画（ないしは中区画）と大区画における外部費用の差額（外部費用削減便益）を、圃場の大区画化がもたらす環境負荷低減効果とみなして経済評価する。分析対象は、わが国において、圃場の大区画化による土地利用型農業が最も展開しやすいと考えられる北海道の水田圃場とする。

農業農村整備事業に関連する環境負荷排出を分析した既存研究には、LCA（ライフサイクルアセスメント）手法を用いて、農業集落排水処理で発生する汚泥に係る環境負荷を定量化した研究例（東理ら[2004]）がある。しかし、東理ら[2004]は、環境負荷を貨幣換算した金額ベースの経済評価までには至っていない。伊藤ら[2005, 2006]は、農道整備事業を対象に、環境負荷を貨幣換算した金額ベースの経済評価を試みている。とはいえ、圃場の大区画化がもたらす環境負荷低減効果の経済評価を試みたわが国における既存研究を、筆者らは見出すことができなかった。

近年、農業の多面的機能など、環境に与える正の外部効果の增加分を、事業評価の費用便益分析における便益³⁾の1つとして明示的に取り入れようとする試みがみられる（農林水産省農村振興局企画部土地改良企画課・事業計画課監修 [2007]）。一方、本研究は、環境に与える負の外部効果（農業機械から排出される環境負荷）の減少分を、費用便益分析における便益の1つとして明示的に取り入れようとする試みである。

II 分析方法

1 水田圃場における区画規模の定義

図1に水田圃場の区画に関する模式図を示した。水田圃場は、面積規模が大きい順に農区、圃区、耕区と区画分けされる。農区とは、周辺を農道によって囲まれた区画である。圃区とは、周囲を用排水路によって囲まれた区画である。耕区とは、圃区が畦畔によって細分化された区画である。

本研究では、30a区画未満規模を小区画、30a区画以上1ha区画未満規模を中区画、1ha以上規模を大区画の圃場と定義する（農林水産省構造改善局計画部資源課監修 [2000]、[農林水産省農村振興局 [2002]]）。

2 分析対象とする環境負荷

一般に、燃料の燃焼においては、CO₂（二酸化炭素）、NO_x（窒素酸化物）、SO_x（硫黄酸化物）、SPM（浮遊粒子状物質）、CO（一酸化炭素）、炭化水素、鉛化合物などの環境負荷が排出される。本研究で分析対象とする環境負荷は、法令に基づいて規制対象となっており、かつ、燃料の燃焼において環境負荷排出量が特に多いと考えられるCO₂、NO_x、SPMの3種類に限定する。

CO₂は、地球温暖化を引き起こす原因となる環境負荷であり、「地球温暖化対策の推進に関する法律」で規制対象となっている。NO_xは酸性化および大気汚染、SPMは大気汚染を引き起こす原因となる環境負荷であり、「オフロード法」で規制対象となっている。

3 外部費用削減便益の推計方法

圃場の大区画化がもたらす環境負荷低減効果は、外部費用削減便益として、次の3つのステップで推計される。

ステップ1：環境負荷量の推計

3つの区画規模（大区画、中区画、小区画）別に、それぞれ圃場作業体系を想定し、排出される環境負荷量を推計する。具体的には、区画規模ごとに推計された軽油・ガソリンの燃料消費量に、各環境負荷排出係数を乗じることで環境負荷量が算出される。

ステップ2：外部費用の推計

環境負荷量を貨幣換算した外部費用を推計する。具体的には、ステップ1で算出された

環境負荷量に、各環境負荷の外部費用単価を乗じて外部費用が算定される。

ステップ3：外部費用削減便益の推計

小区画（ないしは中区画）と大区画における外部費用の差額（外部費用削減便益）を、圃場の大区画化がもたらす環境負荷低減効果とみなして経済評価する（図2）。

III 分析結果

1 環境負荷量の推計結果（ステップ1）

表1に本研究で想定した北海道における水田圃場作業体系および農業機械の諸元（稼働時間、燃料消費率）を示した⁴⁾。農業機械の諸元は、小区画では50PS級トラクタ利用体系、中・大区画では70PS級トラクタ利用体系を想定して、設定されたものである（表2）。本研究では、これらのデータから燃料消費量（軽油、ガソリン⁵⁾）を区画規模別に推計した（北海道農政部農村計画課〔2007〕）。表3は単位面積当たり区画規模別燃料消費量の推計結果である。区画が大規模になるほど、軽油、ガソリンともに消費量が減少する傾向がみられる。

表4は、燃料消費量に環境負荷排出係数（南齋ら〔2002〕）を乗じて、区画規模別にみた環境負荷排出量を推計した結果である。

2 外部費用の推計結果（ステップ2）

外部費用単価は、近年わが国で新たに開発された環境影響統合化手法であるLIME（Life-cycle Impact assessment Method based on Endpoint modeling：日本版被害算定期影響評価手法）を用いる（伊坪ら〔2005〕）。LIMEは、LCA用に開発された環境影響評価手法である⁶⁾。各環境負荷の外部費用単価（表5）は、地球温暖化としてのCO₂が1.7円/kg-CO₂、酸性化としてのNO_xが48.1円/kg-NO_x、都市域大気汚染⁷⁾としてのNO_xが141.2円/kg-NO_x、都市域大気汚染としてのSPMが2,449.7円/kg-SPMである。

これらの環境負荷の外部費用単価に、ステップ1で算出された環境負荷量を、それぞれ乗じて推計した外部費用が表6である。外部費用は、小区画で8.4千円/ha、中区画で4.9千円/ha、大区画で4.3千円/haと推計された。

3 外部費用削減便益の推計結果（ステップ3）

外部費用削減便益は、小区画から大区画に圃場の耕区が拡大されると想定した場合（小区画→大区画）に4.0千円/ha（削減率48.2%）、中区画から大区画に圃場の耕区が拡大されると想定した場合（中区画→大区画）に0.6千円/ha（削減率11.7%）と推計された（表7）。

以下では、外部費用削減便益の推計結果（表7）を用いて、仮に北海道における水田圃場を全て大区画化した場合、どの程度の外部費用削減便益を得られるのかという試算を行いたい。具体的には、まず、小・中区画の水田圃場が全て大区画化されると想定した1年間の外部費用削減便益を推計する。次に、農業農村整備事業における全評価期間の外部費用削減便益総額を推計する。

(1) 1年間の外部費用削減便益

小・中区画の水田圃場が全て大区画化されると想定した1年間の外部費用削減便益は、表7に示されている単位面積当たりの外部費用削減便益に、表8⁸⁾に示されている小・中区画の各面積を乗じたものを合計することで推計した。推計の結果、1年間の外部費用削減便益は、年間2.0億円となった。

(2) 事業における全評価期間の外部費用削減便益総額

事業における全評価期間の外部費用削減便益総額の推計には、事業評価手法の1つである総費用総便益比方式を適用する。本研究における便益額の推計式は、次式である（右辺の第1項が工事期間中の便益額、第2項が工事期間終了後の便益額）。

$$TB = \sum_{t=1}^{12} \frac{B_t}{(1+r)^{t-1}} \times \frac{t}{12} + \sum_{t=13}^{52} \frac{B_t}{(1+r)^{t-1}}$$

ただし、 TB ：便益総額、 t ：評価期間における年度、 B_t ： t 年度の便益額、 r ：割引率である。 B_t は各年度一定と仮定し、先に推計した1年間の外部費用削減便益2.0億円である。評価期間は52年間（うち工事期間12年間）と仮定し（農林水産省〔2006〕）、工事期間における工事進捗率は各年で一定と仮定した。割引率は4%を仮定した（農林水産省〔2006〕）。

期間毎の外部費用削減便益額および全評価期間の外部費用削減便益総額（各年における便益額の合計）を示したものが表9である。北海道における水田圃場の大区画化による外部費用削減便益総額（期間毎の便益額の合計）は、35.8億円と推計された⁹⁾（表9）。

IV 要約と結論

本研究の課題は、燃料消費によって農業機械から排出される3種類の環境負荷（二酸化炭素、窒素酸化物、浮遊粒子状物質）を対象に、農業農村整備事業の一つである圃場の大区画化がもたらす環境負荷低減効果の経済評価を試みることであった。具体的には、次の3つの手順で分析された。まず、3つの区画規模（大区画、中区画、小区画）別に、それぞれ圃場作業体系を想定し、排出される環境負荷量を推計した。次に、これらの環境負荷量を貨幣換算した外部費用を推計した。最後に、小区画（ないしは中区画）と大区画における外部費用削減便益額を算出し、大区画化による便益額を算出した。

る外部費用の差額（外部費用削減便益）を、圃場の大区画化がもたらす環境負荷低減効果として試算した。分析対象は、わが国において、圃場の大区画化による土地利用型農業が最も展開しやすいと考えられる北海道の水田圃場とした。

本研究における最大の貢献は、環境に配慮した持続可能な農業農村整備事業の経済評価法確立への第一次接近として、水田圃場の大区画化を事例に、環境に与える負の外部効果（燃料消費によって農業機械から排出される環境負荷）の減少分を、費用便益分析における便益の1つとして明示的に取り入れようとする新たな評価視点の導入を試みた点にある。

水田圃場の大区画化がもたらす外部費用削減便益は、1ha当たり最大4.0千円、また北海道における水田圃場を全て大区画化した場合、1年間で2.0億円、事業における全評価期間の総額で35.8億円と試算された。とはいえ、これら試算数値そのものは、農作業や農業機械の体系、環境負荷の外部費用単価（二酸化炭素1kg当たり何円とするか）などの想定しだいで、変化する点には、十分に留意する必要がある（付録には、外部費用単価を変化させた場合の試算結果を示した）。

今後の研究発展の方向としては、第1に、本研究では分析対象となっていない事業の施工段階で排出される環境負荷なども、明示的に分析に取り入れて行く点である。第2に、畑作など、水田以外の作目における圃場の大区画化についても、本研究と同様な分析を試みる点である。

[付記]

本研究を実施するにあたり、増田清敬氏（日本学術振興会特別研究員・小樽商科大学大学院商学研究科）には、LIMEを用いたデータ解析など、本研究遂行において全面的なご協力を頂いた。記して謝意を表する。

- 注 1) 具体的には、大区画化による農業機械の走行速度上昇および旋回回数減少、大型の農業機械導入による作業幅拡大に伴う作業時間短縮などである。
- 2) 特定特殊自動車（農業用トラクタ、フォークリフト、ブルドーザなど）の台数は、自動車全体の約2%（約130万台）を占めるに過ぎないが、それらから排出される環境負荷は自動車全体に対してNO_xで約25%, SPMで約12%を占めている（経済産業省北海道経済産業局[2006]）。
- 3) 農業農村整備事業の事業評価における効果は、「食料の安定供給の確保に関する効果」、「農業の持続的発展に関する効果」、「農村の振興に関する効果」、「多面的機能の発揮に関する効果」に大別される（農林水産省農村振興局企画部土地改良企画課・事業計画課監修[2007]）。
- 4) 本研究では、大区画化による影響を殆ど受けないとと思われる育苗作業を分析に含めていない。
- 5) 農業機械の燃料には、軽油、ガソリンのほかに混合油がある。混合油は、ガソリンとオイルを混合したものであるが、混合油成分の大半はガソリンである。このため、本研究では、混合油はガソリンであると仮定して分析した。

- 6) LIME をさらに精緻化して信頼性を向上させた LIME2 が開発されている（産業技術総合研究所 [2006]）。とはいっても、LIME2 の外部費用単価がまだ公表されていないため、本研究では LIME のデータを用いている。
- 7) NO_x は、農村域大気汚染としての外部費用単価が LIME では利用できなかったので、都市域大気汚染の外部費用単価を用いた。SPM についても同様である。
- 8) データ制約から、1996 年度の北海道における水田圃場の区画規模別面積割合（農林水産省 [1998]）で、当該年度の北海道の水田圃場面積（農林水産省北海道統計事務所『北海道農林水産統計年報（総合編）平成 8~9 年』）を按分し、区画規模別面積データを推計した。
- 9) 北海道農政部農村計画課 [2007] により、単位面積当たりの区画整理による農業効果額を用いて北海道全体における便益総額を試算すると、4,360 億円となる。本分析による外部費用削減便益（35.8 億円）は、この便益総額（4,360 億円）の 0.8%に相当する。

付録

外部費用単価を変化させた場合の外部費用削減便益の推計結果

外部費用単価については、様々な計算方法や数値が提案されているのが現状である。そこで、本付録では、感度分析として、外部費用単価を変化させた場合の外部費用削減便益の推計結果を示しておきたい。具体的には、藤原ら [2002] により設定されている高位、中位、低位の外部費用単価を適用して¹⁾、外部費用削減便益を試算する。

外部費用単価以外の諸条件（水田圃場作業体系および農業機械の諸元、区画規模別に推計した燃料消費量、圃場条件別の機械体系等）は、本編と同一と仮定する。本付録で用いる具体的な外部費用単価は、付表 1 の通りである。

CO₂ の外部費用は、各燃料消費量から CO₂ 排出量を推計した上で（南齋ら [2002]），外部費用単価として炭素換算 1kg 当たり高位 50 円、中位 30 円、低位 5 円（藤原ら [2002]）を乗じて求められる。また、NO_x および SPM の外部費用は、外部費用単価として軽油およびガソリンを合計した燃料 1 キロリットル当たり高位 66,000 円、中位 9,900 円、低位 6,600 円（藤原ら [2002]）を仮定し、これらに燃料消費量を乗じて求められる。付表 2、付表 3、付表 4 が外部費用の推計結果である。

付表 5 は、水田圃場の大区画化による外部費用削減便益の推計結果である。小区画から大区画に整備される場合は、高位で 20.3 千円/ha（削減率 42.4%）、中位で 6.3 千円/ha（削減率 42.4%）、低位で 2.0 千円/ha（削減率 42.4%）と推計された。中区画から大区画に整備される場合は、高位で 2.3 千円/ha（削減率 7.6%）、中位で 0.7 千円/ha（削減率 7.6%）、低位で 0.2 千円/ha（削減率 7.6%）と推計された。

さらに、本編同様、北海道における水田圃場を全て大区画化したと想定した場合、どの

程度の外部費用削減便益を得られるのかを試算した。試算の結果、北海道水田圃場を全て大区画化したと想定した場合、1年間の外部費用削減便益は、高位で8.9億円、中位で2.8億円、低位で0.9億円と推計された。また、外部費用削減便益の推移を示したものが、付表6～付表8および付図1～付図4である。

外部費用削減便益総額（各年便益の合計）は、高位で158.9億円、中位で49.1億円、低位で15.9億円と試算された（付表9）。LIMEによる外部費用単価を用いて推計された外部費用削減便益の総額（35.8億円）に対して、付録で試算された外部費用削減便益の総額は、高位で約4.4倍、中位で約1.4倍、低位で0.4倍となった。

注 i) 本研究が分析対象とする農業機械の燃料は、主に軽油である（表1、表3）。しかし、藤原ら〔2002〕の外部費用単価は、ガソリン車のみを対象としたものである。このため、本付録では、軽油もガソリンであると仮定して、藤原ら〔2002〕の外部費用単価を適用した。

引用・参考文献

〔邦文〕

- 伊坪徳宏・稻葉敦編（2005）『ライフサイクル環境影響評価手法：LIME—LCA』、環境会計、環境効率のための評価手法データベース、産業環境管理協会。
- 伊藤寛幸・林岳・山本充（2005）「環境負荷量の推計による農道整備の効果分析」『農林業問題研究』、第41巻・第1号、pp.162-165。
- 伊藤寛幸・林岳・山本充（2006）「農道整備による環境負荷低減効果の経済評価」、『農林業問題研究』第42巻第1号、pp.202-206。
- 勝山進（2006）『環境会計の理論と実態 第2版』、中央経済社。
- 東理裕・凌祥之・田原聖隆（2004）「農業集落排水処理および汚泥の炭化処理における環境負荷の算定」、『第15回廃棄物学会研究発表会講演論文集』、pp.656-658。
- 経済産業省北海道経済産業局（2006）「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律（オフロード法）について～産業用フォークリフト等の排ガス規制～」、Available at http://www.hkd.meti.go.jp/hokik/offroad_hou/index.htm（アクセス日：2007年10月11日）。
- 国部克彦・伊坪徳宏・水口剛（2007）『環境経営・会計』有斐閣アルマ、有斐閣。
- 国部克彦・経済産業省産業技術環境局（2004）『環境管理会計入門 理論と実践』、産業環境管理協会。
- 産業技術総合研究所（2006）「LIME2」、Available at <http://unit.aist.go.jp/lca-center/ci/activity/project/lime2/index.html>（アクセス日：2008年3月23日）。
- 柴田英樹・梨岡英理子（2006）『進化する環境会計』、中央経済社。
- 南齋規介・森口祐一・東野達（2002）『産業連関表による環境負荷原単位データブック（3EID-LCAのインベントリーデータとして-』、国立環境研究所地球環境研究センター。
- 日本建築学会（2006）『建物のLCA指針 第3版 温暖化・資源消費・廃棄物対策のための

評価ツール』, 日本建築学会.

農林水産省 (1998) 「農業生産政策について」, 『食料・農業・農村基本問題調査会農業部会（第7回）資料』, Available at <http://www.maff.go.jp/soshiki/kambou/kikaku/chousakai/nougyoubukai/7kaisiryou/7thAgriindex.html> (アクセス日 : 2007年10月11日).

農林水産省 (2006) 「土地改良事業の費用対効果分析について」, 『食料・農業・農村政策審議会農村振興分科会農業農村整備部会平成18年度第2回企画小委員会資料』, Available at http://www.maff.go.jp/www/council/council_cont/nouson_sinkou/kikaku/18/02/data02a.pdf (アクセス日 : 2007年10月11日).

農林水産省構造改善局計画部資源課監修 (1990) 『土地改良事業計画指針「ほ場整備（水田）」基準書』, 農業土木学会.

農林水産省構造改善局計画部資源課監修 (2000) 『土地改良事業計画設計基準 計画「ほ場整備（水田）」基準書 土地改良事業計画設計基準 計画「ほ場整備（水田）」技術書』, 農業土木学会.

農林水産省農村振興局 (2002) 「土地改良長期計画の策定について」, Available at http://www.maff.go.jp/www/council/council_cont/nouson_sinkou/noson_sinko_bunkakai/dai2/shiryou3-1.pdf (アクセス日 : 2007年3月1日).

農林水産省農村振興局企画部土地改良企画課・事業計画課監修 (2007) 『新たな土地改良の効果算定マニュアル』, 大成出版.

藤原徹・蓮池勝人・金本良嗣 (2002) 「自動車関係税制を活用した地球環境対策の評価（交通分野における環境政策の経済分析）」, 『日交研シリーズ A』第319号, pp.1-37.

北海道農政部農村計画課(2007)『平成19年度経済効果算定に係る諸係数・単価(基礎資料編)』, 北海道農政部農村計画課.

真船洋之助・石崎忠司 (2005) 『環境マネジメントハンドブック』, 日本工業新聞社.

[英文]

Bennett M., James P. (2000) *The Green Bottom Line: Environmental Accounting for Management Current Practice and Future Trends* : Greenleaf Publications.

Gray R., Bebbington J. (2002) *Accounting for the Environment* : SAGE Publications.

Richard O., Zerbe Jr., Bellas A. S. (2006) *A Primer for Benefit-Cost Analysis* : EDWARD EAGAR Publishing.

Rikhardsso P. M., Bennett M., Bouma J. J., Schaltegger S. (2005) *Implementing Environmental Management Accounting: Status And Challenges (Eco-Efficiency in Industry and Science)*: Kluwer Academic Publishers.

Stern N. (2007) *The Economics of Climate Change: The Stern Review* : Cambridge University Press.

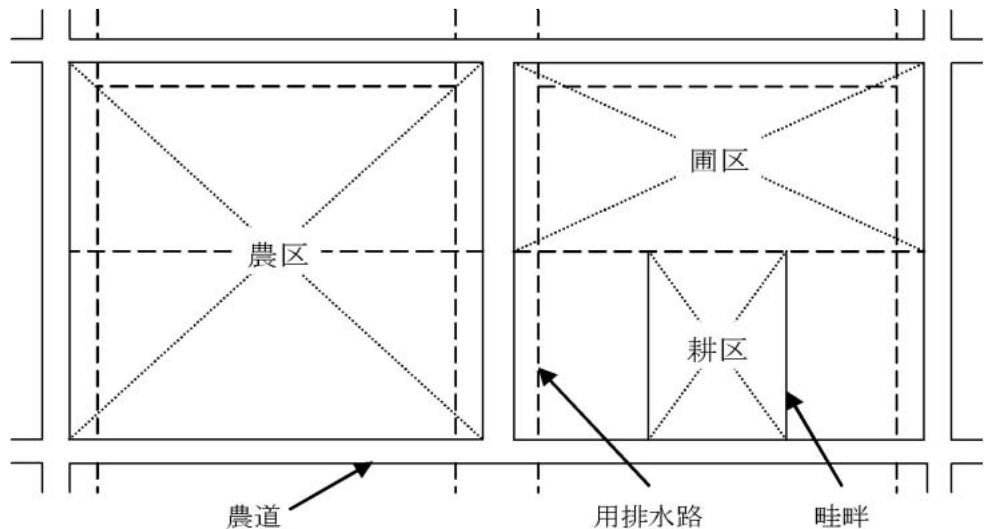


図1 水田圃場における農区・圃区・耕区の関係
出所) 農林水産省構造改善局計画部資源課監修 [1990] を参考に筆者らが作成.

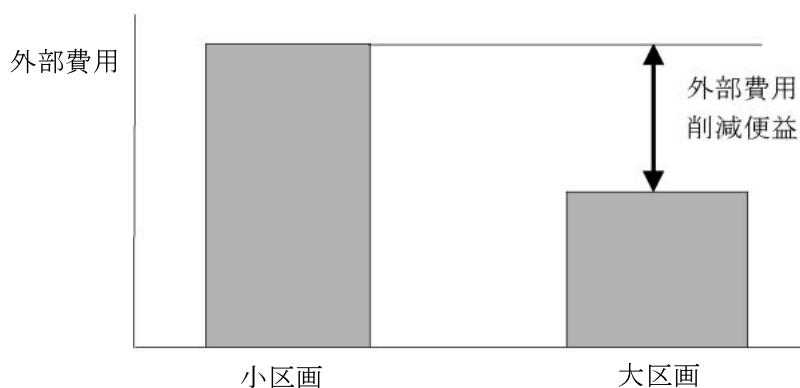


図2 外部費用削減便益の算定方法

表1 水田圃場における作業体系および農業機械の諸元

作業名	作業期間	作業手段	燃料種別	小区域画(30a未満)		中区域画(30a以上11ha未満)		大区域画(11ha以上)	
				稼働時間 時間/ha	燃料消費率 0/時間/ha	稼働時間 時間/ha	燃料消費率 0/時間/ha	稼働時間 時間/ha	燃料消費率 0/時間/ha
融雪促進	3月中旬	スノーモービル	ガソリン	0.4	6.0	0.4	6.0	0.4	6.0
	4月下旬	プロードキヤスター 畦塗り機	混合油 軽油	0.4 0.8	1.4 7.0	0.4 0.5	1.4 13.0	0.4 0.5	1.4 17.0
堆肥散布	5月上旬	フロントローダー	軽油	1.3	6.0	0.8	9.0	0.7	9.0
		マニユアスプレッダ プロードキヤスター	軽油	1.3	7.5	0.8	1.6	0.7	1.6
施肥	5月上旬～中旬	トラック	軽油	0.8	5.0	0.5	5.0	0.5	5.0
	5月中旬～下旬	ロータリーティラ 代かき均平機	軽油	1.3	3.0	0.8	4.5	0.8	7.5
耕耘	5月上旬～中旬	ロータリーティラ	軽油	0.8	5.0	0.5	5.0	0.5	5.0
	5月中旬～下旬	代かき均平機	軽油	1.3	3.3	0.8	3.9	0.8	8.0
代かき	5月上旬～中旬	施肥田植機	軽油	9.5	2.0	2.7	2.5	2.4	2.5
	5月中旬～下旬	トラック	軽油	9.5	5.0	2.7	5.0	2.4	5.0
移植・施肥	5月上旬～中旬	刈払機	混合油	4.8	1.0	3.0	1.0	2.4	1.0
	6月中旬～7月中旬	トラック	軽油	2.6	5.0	1.6	5.0	1.3	5.0
畦畔用排水路草刈り	5月～8月	溝切り機	軽油	17.6	0.5	8.0	0.5	8.0	0.5
	7月下旬～8月上旬	無人ヘリコプタ	混合油	0.4	4.0	0.4	4.0	0.4	4.0
病害虫防除	8月上旬～中旬	トラック	軽油	0.4	5.0	0.4	5.0	0.4	5.0
		コンバイン	軽油	11.5	5.0	2.4	16.0	2.2	16.0
収穫・運搬	9月中旬～10月上旬	トラック	軽油	11.5	5.0	4.8	5.0	4.4	5.0
	9月中旬～10月中旬	トラック	軽油	3.0	5.0	3.0	5.0	3.0	5.0
乾燥・調製	9月上旬～10月上旬	レーキ	軽油	1.4	8.0	0.9	8.0	0.8	8.0
	9月下旬～10月中旬	ロールベーラ	軽油	3.0	7.5	1.9	7.5	1.7	7.5
稻わら集積	9月下旬～10月中旬	フロントローダー	軽油	3.0	6.0	1.9	9.0	1.7	9.0
	9月下旬～10月下旬	トラック	軽油	3.0	5.0	1.9	5.0	1.7	5.0
透排水性改善	10月中旬～下旬	サブソイラー	軽油	3.7	7.0	1.7	13.0	1.5	17.0
		溝切り機	軽油	3.1	0.5	1.4	0.5	1.3	0.5
稻わら堆肥化	11月上旬～2月下旬	フロントローダー	軽油	3.8	6.0	3.8	9.0	3.4	9.0

出所) 北海道農政部農村計画課 [2007] より引用。

表2 機械利用の体系

区分	機械体系
小区画	50PS級トラクタ利用体系
中区画	70PS級トラクタ利用体系
大区画	70PS級トラクタ利用体系

出所) 農林水産省構造改善局計画部資源課監修〔2000〕による。

表3 燃料消費量の推計結果

項目	燃料種別	小区画	中区画	大区画
		ℓ/ha	ℓ/ha	ℓ/ha
燃料消費量	軽油	460.3	285.6	263.8
	ガソリン	9.4	7.6	7.0

注) ガソリンは混合油を含む。

表4 環境負荷排出量の推計結果

環境負荷	小区画	中区画	大区画
	kg/ha	kg/ha	kg/ha
CO ₂	1,355.4	791.0	699.5
NO _x	18.8	11.1	9.8
SPM	1.0	0.6	0.5

表5 環境負荷別の外部費用単価

環境負荷	外部費用単価の金額		備考
		円/kg	
CO ₂	1.7		地球温暖化
NO _x	48.1		酸性化, NO ₂ として
NO _x	141.2		都市域大気汚染(点源)
SPM	2,449.7		都市域大気汚染(点源, PM10)

出所) 伊坪ら〔2005〕より引用。

表6 外部費用の推計結果

環境負荷	小区画		中区画		大区画	
	千円/ha	%	千円/ha	%	千円/ha	%
CO ₂	2.4	28.1	1.4	27.9	1.2	28.0
NO _x	3.6	42.5	2.1	42.6	1.8	42.5
SPM	2.5	29.4	1.5	29.5	1.3	29.5
合計	8.4	100.0	4.9	100.0	4.3	100.0

表7 外部費用削減便益の推計結果

区分	外部費用削減便益	削減率 %
	千円/ha	
小区画→大区画	4.1	48.2
中区画→大区画	0.6	11.7

表8 区画規模別面積の推計【1996年】

区分	比率 %	面積 ha
大区画	8.7	20,802
中区画	82.1	196,301
小区画	9.2	21,997
合計	100.0	239,100

出所) 農林水産省〔1998〕による1996年度の北海道における水田圃場の区画規模別面積割合を用いて、当該年度の北海道の水田圃場面積（農林水産省北海道統計事務所『北海道農林水産統計年報（総合編）平成8～9年』）を按分し、区画規模別面積データを推計した。

表9 全評価期間における外部費用削減便益の推計結果

期間	期間ごとの便益額 千円	備考	期間	期間ごとの便益額 千円	備考
1	16,798		27	72,707	
2	32,304		28	69,911	
3	46,593		29	67,222	
4	59,734		30	64,636	
5	71,796		31	62,150	
6	82,841	工事期間	32	59,760	
7	92,931		33	57,461	
8	102,122		34	55,251	
9	110,468		35	53,126	
10	118,022		36	51,083	
11	124,831		37	49,118	
12	130,941		38	47,229	
13	125,905		39	45,413	
14	121,063		40	43,666	
15	116,406		41	41,987	
16	111,929		42	40,372	
17	107,624		43	38,819	
18	103,485		44	37,326	
19	99,505		45	35,890	
20	95,678		46	34,510	
21	91,998		47	33,183	
22	88,459		48	31,906	
23	85,057		49	30,679	
24	81,786		50	29,499	
25	78,640		51	28,365	
26	75,615		52	27,274	
			合計	3,581,075	

付表1 環境負荷別の外部費用単価

環境負荷	外部費用単価の仮定	外部費用単価の金額
CO ₂	高位	50 円/kg-C
	中位	30 円/kg-C
	低位	5 円/kg-C
NO _x およびSPM	高位	66,000 円/kℓ
	中位	9,900 円/kℓ
	低位	6,600 円/kℓ

出所) 藤原ら [2002] より引用.

付表2 外部費用の推計結果【高位】

環境負荷	小区画		中区画		大区画	
	千円/ha	%	千円/ha	%	千円/ha	%
CO ₂	16.9	35.3	10.5	35.3	9.7	35.3
NO _x およびSPM	31.0	64.7	19.4	64.7	17.9	64.7
合計	47.9	100.0	29.9	100.0	27.6	100.0

注) 付録で用いた高位の外部費用単価による.

付表3 外部費用の推計結果【中位】

環境負荷	小区画		中区画		大区画	
	千円/ha	%	千円/ha	%	千円/ha	%
CO ₂	10.1	68.6	6.3	68.5	5.8	68.5
NO _x およびSPM	4.7	31.4	2.9	31.5	2.7	31.5
合計	14.8	100.0	9.2	100.0	8.5	100.0

注) 付録で用いた中位の外部費用単価による.

付表4 外部費用の推計結果【低位】

環境負荷	小区画		中区画		大区画	
	千円/ha	%	千円/ha	%	千円/ha	%
CO ₂	1.7	35.3	1.1	35.3	1.0	35.3
NO _x およびSPM	3.1	64.7	1.9	64.7	1.8	64.7
合計	4.8	100.0	3.0	100.0	2.8	100.0

注) 付録で用いた低位の外部費用単価による.

付表5 外部費用削減便益の推計結果

区分	外部費用単価の仮定	外部費用削減便益		削減率 %
		千円/ha	%	
小区画→大区画	高位	20.3	42.4	
	中位	6.3	42.4	
	低位	2.0	42.4	
中区画→大区画	高位	2.3	7.6	
	中位	0.7	7.6	
	低位	0.2	7.6	

付表6 全評価期間における外部費用削減便益の推計結果【高位】

期間	期間ごとの便益額 千円	備考	期間	期間ごとの便益額 千円	備考
1	74,542		27	322,639	
2	143,350		28	310,230	
3	206,755		29	298,298	
4	265,071		30	286,825	
5	318,595		31	275,793	
6	367,609	工事期間	32	265,185	
7	412,382		33	254,986	
8	453,167		34	245,179	
9	490,205		35	235,749	
10	523,723		36	226,682	
11	553,938		37	217,963	
12	581,054		38	209,580	
13	558,706		39	201,519	
14	537,217		40	193,768	
15	516,555		41	186,316	
16	496,687		42	179,150	
17	477,584		43	172,259	
18	459,215		44	165,634	
19	441,553		45	159,264	
20	424,570		46	153,138	
21	408,241		47	147,248	
22	392,539		48	141,585	
23	377,442		49	136,139	
24	362,925		50	130,903	
25	348,966		51	125,868	
26	335,544		52	121,027	
			合計	15,891,064	

注) 本付表は高位の外部費用を用いた算定結果である。

付表7 全評価期間における外部費用削減便益の推計結果【中位】

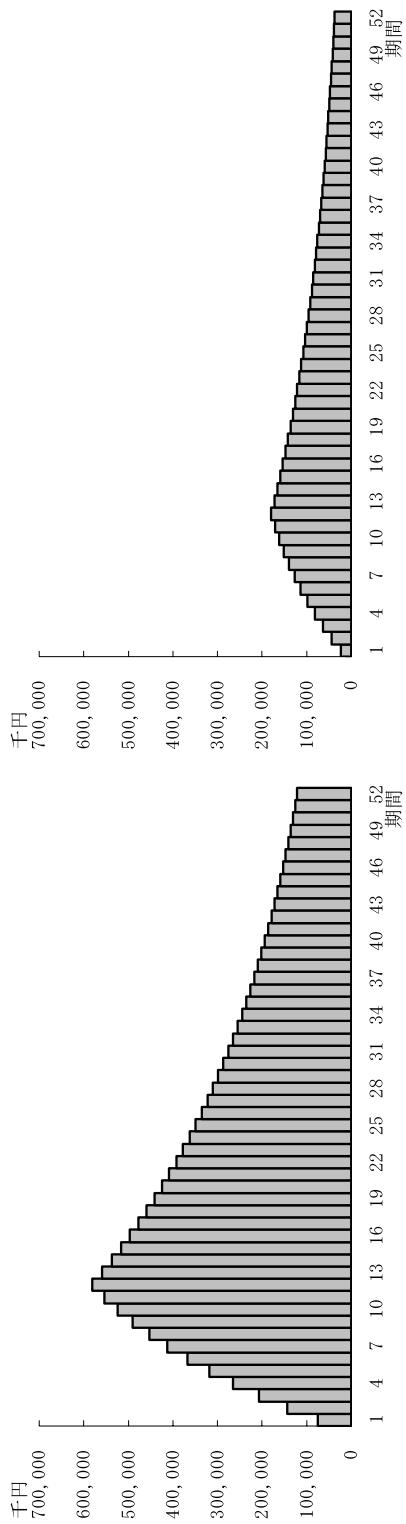
期間	期間ごとの便益額 千円	備考	期間	期間ごとの便益額 千円	備考
1	23,014		27	99,609	
2	44,257		28	95,778	
3	63,832		29	92,094	
4	81,836		30	88,552	
5	98,361		31	85,147	
6	113,493	工事期間	32	81,872	
7	127,316		33	78,723	
8	139,908		34	75,695	
9	151,343		35	72,784	
10	161,691		36	69,984	
11	171,019		37	67,293	
12	179,391		38	64,704	
13	172,491		39	62,216	
14	165,857		40	59,823	
15	159,478		41	57,522	
16	153,344		42	55,310	
17	147,446		43	53,182	
18	141,775		44	51,137	
19	136,322		45	49,170	
20	131,079		46	47,279	
21	126,038		47	45,460	
22	121,190		48	43,712	
23	116,529		49	42,031	
24	112,047		50	40,414	
25	107,738		51	38,860	
26	103,594		52	37,365	
			合計	4,906,104	

注) 本付表は中位の外部費用を用いた算定結果である。

付表8 全評価期間における外部費用削減便益の推計結果【低位】

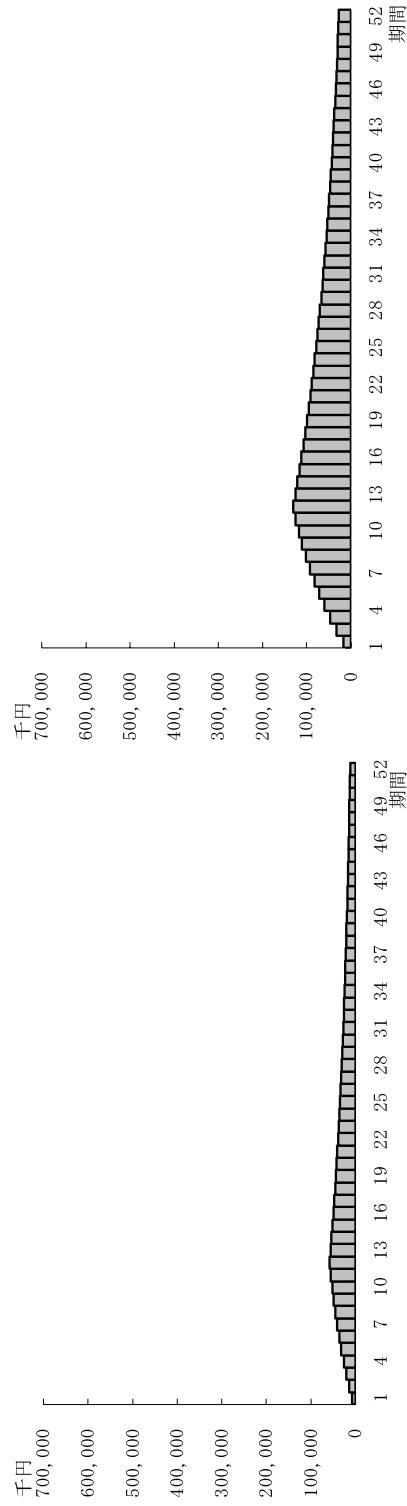
期間	期間ごとの便益額 千円	備考	期間	期間ごとの便益額 千円	備考
1	7,454		27	32,264	
2	14,335		28	31,023	
3	20,676		29	29,830	
4	26,507		30	28,683	
5	31,860		31	27,579	
6	36,761	工事期間	32	26,519	
7	41,238		33	25,499	
8	45,317		34	24,518	
9	49,021		35	23,575	
10	52,373		36	22,668	
11	55,394		37	21,796	
12	58,106		38	20,958	
13	55,871		39	20,152	
14	53,722		40	19,377	
15	51,656		41	18,632	
16	49,669		42	17,915	
17	47,759		43	17,226	
18	45,922		44	16,563	
19	44,156		45	15,926	
20	42,457		46	15,314	
21	40,824		47	14,725	
22	39,254		48	14,159	
23	37,744		49	13,614	
24	36,293		50	13,090	
25	34,897		51	12,587	
26	33,555		52	12,103	
			合計	1,589,114	

注) 本付表は低位の外部費用を用いた算定結果である。



付図1 外部費用削減便益の推移【高位】

注)本付図は高位の外部費用を用いた算定結果である。



付図2 外部費用削減便益の推移【中位】

注)本付図は中位の外部費用を用いた算定結果である。



付図3 外部費用削減便益の推移【低位】

注)本付図は低位の外部費用を用いた算定結果である。



付表9 外部費用削減便益総額の比較

外部費用単価の仮定	外部費用削減便益総額 億円	対LIME比率
高位	158.9	4.4
中位	49.1	1.4
低位	15.9	0.4
LIME	35.8	1.0