

農業農村整備事業におけるミティゲーション (環境に対する影響緩和)の展開に関する基礎研究

東京農業大学生物産業学部准教授 笹木 潤
株式会社ルーラルエンジニア主幹 伊藤 寛幸
北海道大学大学院農学研究院教授 山本 康貴

I はじめに

農業農村整備事業においても、環境保全に配慮した事業実施が強く求められるようになってきている。2002年には「環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の手引き」が示され、農業排水路整備においても、この基本方針に従って、ミティゲーション(環境に対する影響緩和)を講じることが必要となった。

環境保全に配慮した農業排水路を整備すれば、動植物の生息環境や生態系の保全、親水機能確保などの環境面での様々な便益が発生すると見込まれる。一方で、環境保全に配慮した農業排水路は、従来の農業排水路と比べ、新たな維持管理費の負担が生じる可能性もある。こうした環境保全に配慮した農業排水路整備の実施において、環境便益と維持管理費の両面を同時に経済評価しておくことは重要である。しかしながら、環境保全に配慮した農業排水路整備がもたらす環境便益と維持管理費の両面を同時に経済評価した既存研究を、ほとんど見出すことができなかった。

そこで、本研究では、環境保全に配慮した農業排水路整備における環境便益と維持管理費を同時に経済評価することを試みた。

分析で想定したモデルは以下の通りである。まず、現況で排水能力が不足している土水路を改修すると仮定した。改修では3つのモデルを設定した。第1に、張りブロック護岸による排水路(従来型工法)である。第2に、覆土部の植生により多自然型護岸として機能する覆土タイプの連節ブロックを利用する排水路(環境保全型工法①)である。第3に、自然繊維植生護岸およびかごマットによって自然機能を維持しつつ、排水不良を解消するために断面を拡大した排水路(環境保全型工法②)である。

II 農業農村整備事業のミティゲーション5原則

農業農村整備事業では、2002年の土地改良法改正により、事業実施の原則として環境との調和に配慮することが規定された。これに伴い、環境に係る調査、計画および設計の基本的な考え方や仕組み、留意事項等について、「環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の手引き」が取りまとめられ、ミティゲーション5原則が計画策定の基本原則として位置づけられた(農林水産省農村振興局計画部事業計画課〔8〕)。

ミティゲーション5原則とは、「回避」、「最小化」、「修正」、「影響の軽減/除去」、「代償」から構成される(図1)。第1に、「回避」とは、行為の全体または一部を実行しないことである。第2に、「最小化」とは、行為の実施の程度または規模を制限することである。

第3に、「修正」とは、影響を受けた環境そのものを修復、復興または回復することである。第4に、「影響の軽減／除去」とは、行為期間中、環境を保護および維持管理することである。第5に、「代償」とは、代償の資源または環境を置換または供給することである。



図1 ミティゲーション5原則の概要

資料：農林水産省農村振興局計画部事業計画課〔8〕を参考に筆者らが作成した。

ミティゲーション5原則の適用にあたっては、農業農村整備事業の実施による環境への影響を考慮し、まず「回避」を検討し、それが困難な場合は「最小化」、「修正」、「影響の軽減／除去」を検討する。そのうえで、事業の実施が環境に大きく影響を与えざるを得ない場合は「代償」を検討するとされている。

なお、ミティゲーション5原則の適用によって整備される農業排水路では、動植物の生息・生育環境が確保されるとともに、水辺環境に配慮した護岸整備が図られることから、親水機能の保全による水辺空間の提供など、様々な農業の多面的機能の発揮にも寄与するものと期待されている。

Ⅲ 環境便益の分析

3.1 環境便益の推計方法

近年、農業農村整備事業における景観・環境保全効果等の農業農村における多面的機能について、CVM（仮想評価法）などを用いて評価する事例が増えている。しかしながら、アンケート調査によるCVMの実施には、長期の調査期間と多額の調査費用が必要である。

そこで本研究では、CVMを実施する前段階として、ミティゲーションによりどの程度の環境便益が発生しうるのかを簡便に把握するために、従来型工法と環境保全型工法における事業費の差額をミティゲーションによる環境便益とみなした。このように、差額をもって便益とした事例として、防災事業を実施した場合と実施しなかった場合の災害時損害額の差額を事業の便益とみなした国土交通省〔5〕がある。また、農業農村整備事業の事業評

価においても、土地改良事業による水源かん養効果（注1）や地籍確定効果（注2）について、事業を実施しなかった場合と事業を実施した場合の差額を効果額とする方法が採用されている。

本研究における具体的な推計方法は以下の通りである。各工法の耐用年数が異なってくることも考慮できるよう、当該施設の耐用年数に応じた還元率（割引後の総額に占める年額の割合）によって年額に評価換えしたうえで、従来型工法と環境保全型工法との差額を求める。用いた算定式を以下に示す。

$$EBY = PC_{ENV} \times RS_{ENV} - PC_{CNV} \times RS_{CNV}$$

$$RS = \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

ただし、 EBY ：年間環境便益額（円/年）、 PC_{ENV} ：環境保全型工法の積算事業費、 RS_{ENV} ：環境保全型工法の還元率、 PC_{CNV} ：従来型工法の積算事業費、 RS_{CNV} ：従来型工法の還元率、 i ：割引率、 n ：耐用年数である。

3.2 従来型工法と環境保全型工法のモデル

図2は、分析対象とした農業排水路の改修モデルである。本研究では、現況において施設の老朽化等により機能が低下している延長160.96mの土水路改修をモデル化した(注3)。現況排水路では、排水路法面に河岸植生や昆虫類等の動植物が生育しており、また、排水路中には魚類等の水生生物が生息し、水路の上下流部の移動や、水路底部を産卵場所としていることを想定する。

しかし、張りブロックによる護岸工事を行う従来型工法では、水路断面がブロックであるので通水機能には優れているが、排水路法面における動植物の生育は困難である。また、流速の速さや落差工のために水生生物の自由な移動が確保されにくく、良好な生息条件が喪失する可能性がある。また、良好な水辺空間の提供という親水機能が失われることも危惧される。

このため、動植物の生息・生育環境や親水機能を保全するための手段として、「最小化」と「修正」のミティゲーションを講じるものとした。具体的には、保全レベルに応じた2タイプの環境保全型工法をモデル化し、護岸工事において動植物の生息・生育が可能な覆土タイプの連節ブロック護岸や自然繊維植生護岸とすること（「最小化」）、既存水路の改修に合わせて落差工に魚道を設置すること（「修正」）を想定した（農林水産省農村振興局計画部事業計画課〔8〕）。

環境保全型工法①は、覆土タイプの連節ブロックを使用した排水路である。被覆土が水抜き孔を通して地盤と連続するので、河岸植生等の植物への水分が補給され、覆土部植生の定着が可能となる。排水路法面には植生が保たれ、水生生物との触れ合い等も可能となることから、親水機能も合わせて保全される。加えて、魚類等の遡上を阻害しないために、従来型工法では導入されていない魚道落差工を設ける。

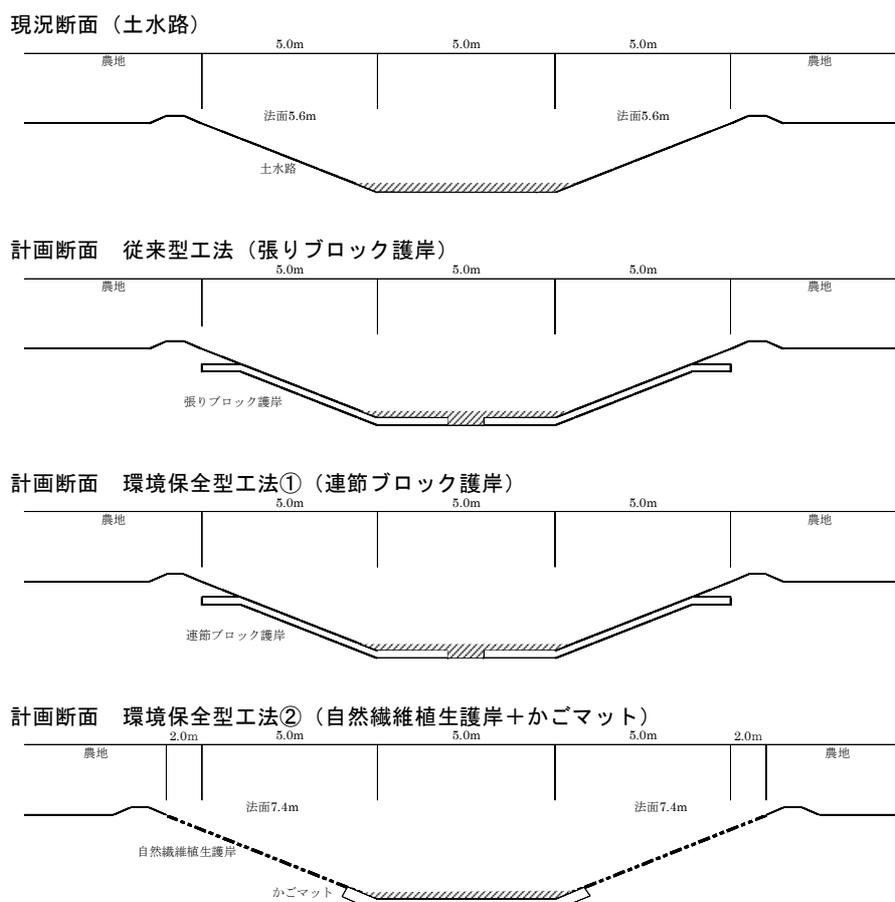


図2 農業排水路の改修モデル

資料：建設物価調査会積算研究会〔4〕，農林水産省農村振興局計画部事業計画課〔8〕を参考に筆者らが作成した。

環境保全型工法②は、自然繊維植生護岸とかごマットを使用した排水路である。自然繊維植生シートの法面被覆により、覆土タイプの連節ブロックと同じく植物への水分が補給され、覆土部植生の定着が可能となる。環境保全型工法②は、環境保全型工法①と比較して人工的な構造物の使用が少ないため、水生生物の生息環境への影響がより少なくて済む。また、かごマットを採用することによって水際の流速を弱め、魚類等の水生生物生息に対してより配慮されている。さらに、親水性向上のために法面傾斜を緩傾斜とするとともに、排水不良解消のために水路断面を拡張する。そのため環境保全型工法②では、排水路幅確保のための用地買収を想定する。加えて、魚道落差工を設置する点も、環境保全型工法①と同様である。以上から、生態系への配慮レベルだけにとどまらず、親水機能の保全レベルについても、環境保全型工法②は、環境保全型工法①よりも高い水準にあると言える。

3.3 従来型工法と環境保全型工法の事業費データ

表1は工法別の事業費積算データである。事業費は、直接工事費、間接工事費、一般管理費、測量及び試験費、工事諸費等、用地及び補償費で構成される。各種単価、資材投入量、必要人員等の基礎データは、建設物価調査会〔3〕，建設物価調査会積算研究会〔4〕，小柴〔6〕から収集した。

表1 工法別の事業費積算データ

単位：千円

項目・内容	従来型工法	環境保全型工法①	環境保全型工法②
直接工事費	11,830	23,182	43,097
排水路工	6,288	17,640	37,554
張りブロック	4,156	—	—
連節ブロック	—	7,005	—
吸出し防止マット	—	450	450
自然繊維植生シート	—	—	4,009
かごマット	—	—	22,911
土木一般世話役	182	182	182
ブロック工	381	381	381
特殊作業員	301	301	301
普通作業員	580	580	580
ラフテレーンクレーン	658	658	658
諸雑費	30	30	30
護岸工	—	4,940	4,940
床止工	—	726	726
魚道工	—	1,632	1,632
護床工	—	755	755
土工工事等	5,542	5,542	5,542
間接工事費	4,650	8,699	15,802
一般管理費	2,001	3,870	7,150
測量及び試験費	2,399	4,640	8,573
工事諸費等	490	948	1,752
用地及び補償費	—	—	311
計	21,370	41,340	76,685

資料：建設物価調査会〔3〕、建設物価調査会積算研究会〔4〕、小柴〔6〕を元に筆者らが推計した。

直接工事費は、排水路工と土工工事等からなる。排水路工において、従来型工法では、張りブロックの材料費（4,156千円）を計上した。環境保全型工法①では、覆土タイプの連節ブロックおよび吸出し防止マットの材料費（7,455千円）を計上した。環境保全型工法②では、自然繊維植生シート、かごマットおよび吸出し防止マットの材料費（27,370千円）を計上した。さらに、環境保全型工法①②では、魚類等の生息と保全を目的とする魚道（落差工）を設置するため、護岸工、床止工、魚道工、護床工の材料費（8,053千円）を計上した。排水路工のうち、土木一般世話役、ブロック工、特殊作業員、普通作業員、ラフテレーンクレーン、諸雑費は、各工法で共通であるため、同額（2,131千円）を計上した（注4）。また、排水路工に伴う土砂運搬等の作業を行う土工工事等は、各工法に共通であるため、同額（5,542千円）を計上した。

直接工事費以外の間接工事費、一般管理費、測量及び試験費、工事諸費等は、以下のよう仮定して求めた（注5）。間接工事費には、共通仮設費、運搬費、安全費、現場管理費が含まれる。共通仮設費は直接工事費に8.9%を、運搬費は仮設材運搬量（33t）に仮設材運搬単価（5,020円/t）を、現場管理費は直接工事費と共通仮設費の合計に24.58%をそれぞれ乗じて求めた。安全費は、各工法ともに同額（180千円）を計上した。一般管理費は

工事原価（直接工事費と間接工事費の合計）に 12.14% を乗じて求めた。測量及び試験費，工事諸費等は工事価格（直接工事費，間接工事費，一般管理費の合計）に 13.0%，2.7% をそれぞれ乗じて求めた。

なお，環境保全型工法②のみ，排水路両岸で 2m ずつの幅拡張のために用地および補償費が必要である。この用地および補償費は，用地買収面積 643.84m²（160.96m×4m）に純農地の中田価格 275 千円/10a（北海道農業会議・北海道担い手育成総合支援協議会〔9〕）を乗じて求めた（注 6）。

以上のように積算された事業費は，従来型工法が 21,370 千円，環境保全型工法①が 41,340 千円，環境保全型工法②が 76,685 千円である。これらの積算事業費を年間事業費に換算する還元率を求めるため，割引率は 4% と仮定し，また耐用年数は，従来型工法および環境保全型工法①を 40 年，環境保全型工法②を 20 年と仮定した（注 7）。

3.4 環境便益の分析結果

表 2 は，環境便益の推計結果である。積算事業費に還元率を乗じることで求めた各工法の年間事業費は，従来型工法が 1,080 千円/年，環境保全型工法①が 2,089 千円/年，環境保全型工法②が 5,643 千円/年と推計された。したがって，年間環境便益額は，環境保全型工法の年間事業費から従来型工法の年間事業費を差し引くことで，環境保全型工法①が 1,009 千円/年，環境保全型工法②が 4,563 千円/年と推計された。

表 2 環境便益の推計結果

区分	従来型工法	環境保全型工法①	環境保全型工法②
積算事業費（千円）	21,370	41,340	76,685
還元率	0.0505	0.0505	0.0736
年間事業費（千円/年）	1,080	2,089	5,643
年間環境便益額（千円/年）	—	1,009	4,563

環境保全型工法②の年間環境便益額が，環境保全型工法①の約 4.5 倍となったのは，以下の理由による。具体的には，環境保全型工法②では，護岸工事の際に，かごマットという相対的に高価な資材を使用するため，積算事業費が環境保全型工法①の約 2 倍となっている。また，環境保全型工法②の耐用年数は，環境保全型工法①の半分（20 年）と仮定されていることから，還元率も環境保全型工法①よりも大きく推計された。

伊藤ら〔1, 2〕，増田ら〔11〕は，農地圃場の大区画化がもたらす営農段階の環境負荷削減（燃料消費量節減）を環境便益として経済評価した。これら先行研究で推計された年間環境便益額（注 8）は，本研究で得られた年間環境便益額よりも小さい。こうした結果の相違は，対象工種や評価期間に加え，評価対象とする環境便益の内容の相違等に起因するものと推察される。

IV 維持管理の費用算定

4.1 従来型工法と環境保全型工法の維持管理データ

維持管理については、従来型工法および環境保全型工法①②それぞれの整備内容を考慮した草刈、土砂除去の必要回数などを設定のうえ、土地改良事業の経済効果算定に用いられている費用単価を適用して年間の費用を計上する。

各工法における排水機能および環境保全機能の増進に必要な、草刈、土砂除去に係る維持管理項目と算定方法は以下である（注9）。

・従来型工法（張りブロック）

（ア）草刈

現況土水路を張りブロックに改修することによって、現況（土水路）と比較して草の繁茂は抑制されるので、年々経常的な経費は発生しないものと想定する。

（イ）土砂除去

排水路床に堆積する土砂を5cm程度と見込み、排水機能および環境保全機能の増進のために、排水路床に堆積する土砂を年1回除去することを想定する。算定式は以下である。

$$\begin{aligned} \text{土砂除去費（円）} &= \text{水路底幅（m）} \times \text{延長（m）} \times \text{土砂堆積厚（m）} \times \text{回数（年）} \\ &\quad \times \text{単価（3,276円/m}^3 \text{（注10））} \end{aligned}$$

・環境保全型工法①（連節ブロック（覆土タイプ））

（ア）草刈

現況土水路を連節ブロックに改修することによって、前述の従来型工法同様、現況（土水路）と比較して草の繁茂は抑制されるので、年々経常的な経費は発生しないものと想定する。

（イ）土砂除去

排水路床に堆積する土砂を5cm程度と見込み、排水機能および環境保全機能の増進のために、排水路床に堆積する土砂を年2回除去することを想定する。算定式は以下である。

$$\begin{aligned} \text{土砂除去費（円）} &= \text{水路底幅（m）} \times \text{延長（m）} \times \text{土砂堆積厚（m）} \times \text{回数（年）} \\ &\quad \times \text{単価（3,276円/m}^3 \text{（注11））} \end{aligned}$$

・環境保全型工法②（自然繊維植生シート+かごマット）

（ア）草刈

現況土水路を自然繊維植生シートとかごマットによって改修するが、植生を促す自然繊維シートを使用することから草も繁茂するので、年々経常的な経費が必要であるものと想定する。算定式は以下である。

$$\begin{aligned} \text{草刈費（円）} &= \text{法長（m）} \times 2 \text{回（両側）} \times \text{延長（m）} \times \text{回数（年）} \\ &\quad \times \text{単価（32円/m}^2 \text{（注12））} \end{aligned}$$

(イ) 土砂除去

排水路床に堆積する土砂を 10 cm程度と見込み、排水機能および環境保全機能の増進のために、排水路床に堆積する土砂を年 3 回除去することを想定する。算定式は以下である。

$$\text{土砂除去費 (円)} = \text{水路底幅 (m)} \times \text{延長 (m)} \times \text{土砂堆積厚 (m)} \times \text{回数 (年)} \\ \times \text{単価 (5,544 円/m}^3 \text{ (注 13))}$$

4.2 維持管理費の分析結果

表 3 は、維持管理費用の推計結果である。各工法の年間維持管理費は、従来型工法が土砂除去 132 千円/年、環境保全型工法①が土砂除去 264 千円/年、環境保全型工法②が草刈 241 千円/年、土砂除去 1,339 千円/年、計 1,580 千円/年と推計された。環境保全型工法①は従来型工法の約 2 倍、環境保全型工法②は従来型工法の 10 倍以上の経費を要する結果を得た。

これらは、以下の要因により発生する維持管理費の差異である。すなわち、従来型工法、環境保全型工法①では、法面がコンクリート製のブロックによって覆われることから、雑草の繁茂が抑制されるため草刈の経常的な費用は発生しないが、環境保全型工法②では、植生のために法面の土が露出していることから雑草が繁茂しやすく草刈作業が必要となるためである。また、環境保全型工法②では、法面の土が露出していることから法面浸食による土砂流出の可能性が高くなり、従来型工法、環境保全型工法①と比較して、土砂除去に要する費用が多く必要となるためである。

表 3 維持管理費用の推計結果

工法および構造	単位：千円		
	従来型工法	環境保全型工法①	環境保全型工法②
	張りブロック護岸	連節ブロック護岸 (覆土タイプ)	自然繊維植生護岸 +かごマット
草刈	—	—	241
土砂除去	132	264	1,339
計	132	264	1,580

V おわりに

本研究では、環境保全に配慮した農業排水路整備における環境便益と維持管理費を同時に経済評価することを試みた。分析結果(注 14)から、環境保全型工法②の環境便益は、環境保全型工法①と比較して大きいことが明らかとなった。また、維持管理費は、環境保全型工法②が最も多く、次いで、環境保全型工法①、従来型工法ということも明らかとなった。結論として、環境保全に配慮した農業排水路は、環境保全に対する配慮をより強めれば、より大きな環境便益をもたらす一方で、排水機能や環境保全機能を保持・増進するた

めには、より多くの維持管理費も同時に要することが示唆された。

今後の研究発展方向としては、ミティゲーションがもたらす多様な環境便益（動植物の生息・生育環境や生態系の保全がもたらす便益や親水機能確保によって創出されるレクリエーションの便益など）の内容ごとに、より詳細な経済評価を試みる点などが指摘できる。

[付記]

本研究を実施するにあたり、増田清敬博士（滋賀県立大学環境科学部助教）には、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) 水源かん養効果とは、事業の実施に伴い、農地圃場から公共用水域（河川）への還元水量の増加、地下への降下浸透水量の増加等、付随的に河川水源や地下水源へのかん養に寄与する効果である。事業を実施しなかった場合と事業を実施した場合のかん養量の差のうち、水源としての利用可能量を求め、その水量を確保するために必要な水源開発費に施設の耐用年数に応じた還元率を乗じて年効果額が算定される（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〔7〕）。
- (注 2) 地籍確定効果とは、区画整理等の実施により、区画の整形や確定測量が行われることで、地籍が明確になる効果である。事業を実施しなかった場合の土地を国土調査する場合に要する経費相当額と事業を実施した場合の土地を国土調査する場合に要する経費相当額との差額に、還元率を乗じて年効果額が算定される（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〔7〕）。
- (注 3) 本研究の分析対象は、特定地区ではないモデル事例である。したがって、工事量、工事費等の事業内容は、公刊されているデータ（建設物価調査会〔3〕、建設物価調査会積算研究会〔4〕）から設定した。
- (注 4) 土木一般世話役とは、土木工事および重機械の運転または操作について相当程度の技術を有し指導的な業務を行う者の労務費である。ブロック工とは、コンクリートブロックをモルタルと鉄筋を使って積み上げる者の労務費である。特殊作業員とは、各作業について相当程度の技能および高度の肉体的条件を有し主体的業務を行う者の労務費である。普通作業員とは、普通の技能および肉体的条件を有し主として人力による土砂等の掘削、積込、運搬、敷均し等の作業を行う者の労務費である。ラフテレーンクレーンとは、不整地での走行が可能なクレーンの機械経費である。諸雑費には、施工に従事する作業員に対して支払われる労務費の2%（建設物価調査会積算研究会〔4〕）を計上した。
- (注 5) 間接工事費、一般管理費の推計に用いた比率および単価は、建設物価調査会積算研究会〔4〕の設定と同一とした。測量及び試験費、工事諸費等で用いた比率は、小柴〔6〕の用排水路単独整備地区から計算される平均値に等しいと仮定した。
- (注 6) 純農地とは、都市計画法による市街化区域および市街化調整区域に関する線引き指定が行われていない市町村の農用地区域内の農地のことであり、中田とは、調査地区における収量水準や生産条件が平均的な水田のことである（北海道農業会議・北海道担い手育成総合支援協議会〔9〕）。
- (注 7) 環境保全型工法①では、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〔7〕に従い、構造物区分における「鉄筋コンクリート、コンクリートブロック」の40年を採用した。一方、環境保全型工法②では、自然繊維植生護岸が構造物区分に該当しないことから、「土水路（10～20年）」の最長年20年を採用した。
- (注 8) 伊藤ら〔1, 2〕、増田ら〔11〕において推計された年間環境便益額（外部費用削減便益額）は、水田圃場整備で369.1～3,305.8円/ha/年、畑地圃場整備で1,650.2円/ha/年、草地圃場整備で963.6円/ha/年であった。

- (注 9) 北海道農政部農村振興局農村計画課〔10〕を参考に，整備内容を考慮して，草刈，土砂除去の回数を設定した。
- (注 10) 北海道農政部農村振興局農村計画課〔10〕による。
- (注 11) 北海道農政部農村振興局農村計画課〔10〕による。
- (注 12) 北海道農政部農村振興局農村計画課〔10〕による。
- (注 13) 北海道農政部農村振興局農村計画課〔10〕による。
- (注 14) 本研究で得られた結果の数値は，モデルの諸条件や仮定，特定の費用単価などを用いた一試算である点には，十分に注意する必要がある。

付録

割引率が環境便益総額に及ぼす影響の感度分析

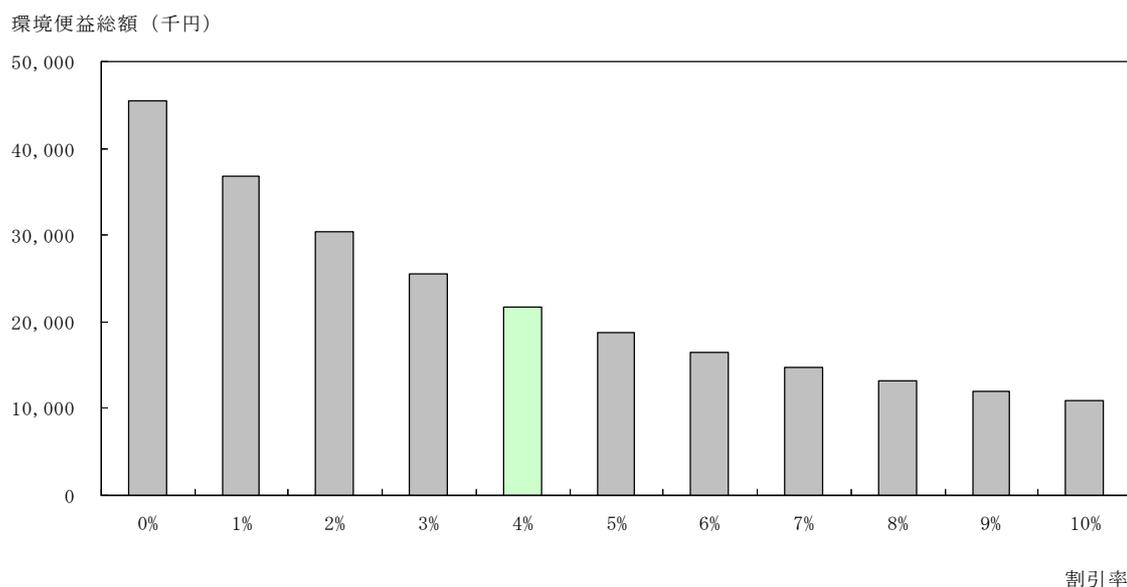
本付録では、割引率の変化が事業評価期間の環境便益総額に、どの程度の影響を及ぼすかを分析する。

具体的な感度分析の方法は、次の通りである。第1に、環境便益総額の算定に用いる年間環境便益額は、本論で算定した結果（環境保全型工法①が1,009千円/年、環境保全型工法②が4,563千円/年）とした（注 i）。第2に、現在価値に割り引かれた年間環境便益額を合計し、環境便益総額として算定する期間は、事業評価期間である40年とした。第3に、割引率を0%から10%まで1%きざみで変化させ、次式によって環境便益総額を求めた結果を図示した。

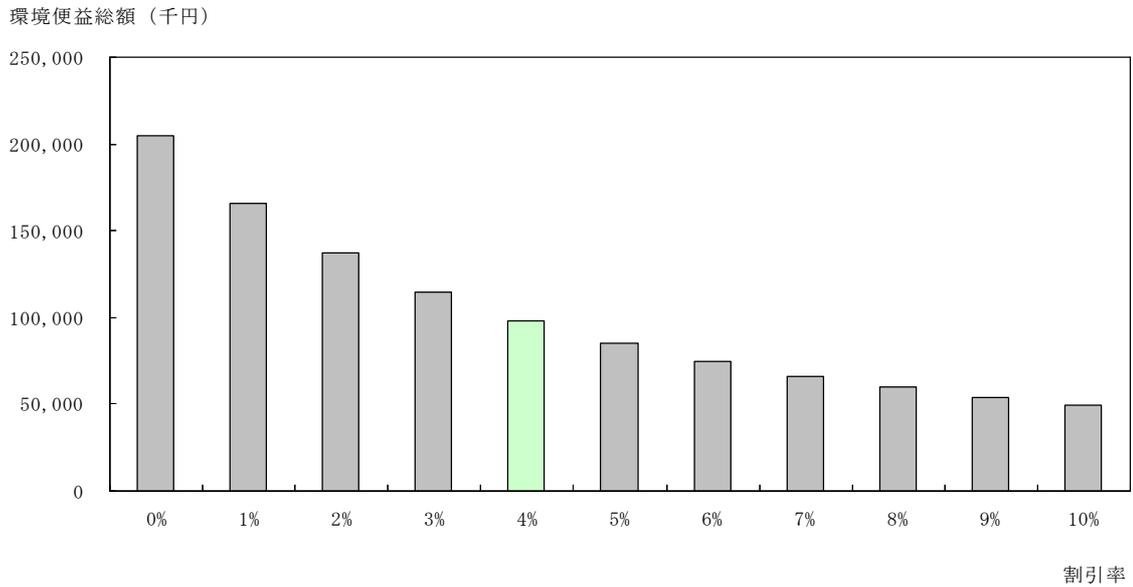
$$TEB = \sum_{t=1}^{40} \{EB / (1+r)^{t-1}\},$$

ただし、 TEB ：環境便益総額、 EB ：年間環境便益額、 r ：割引率、 t ：年。

付図1が環境保全型工法①の環境便益総額、付図2が環境保全型工法②の環境便益総額の感度分析結果である。両図の結果から、環境保全型工法①と環境保全型工法②ともに、割引率4%（土地改良事業を含め、日本の公共事業評価で採用されている割引率）の環境便益総額比で見て、0%の環境便益総額は約2倍に、10%の環境便益総額は約1/2になっている点などが確認できる。



付図1 割引率別の環境便益総額の算定結果〔環境保全型工法①〕



付図2 割引率別の環境便益総額の算定結果〔環境保全型工法②〕

(注 i) 環境保全型工法②は、耐用年数が20年であるため、事業評価期間20年目と、21年目以降の年間環境便益額が異なる。環境保全型工法②では、耐用年数が20年であるため、事業評価期間を40年と仮定すると、再整備が必要とされる。このため、環境保全型工法②については、初年度のみが必要とされる用地費等は、再整備時に計上されないと仮定した。以上の仮定で算定した結果、環境保全型工法②における再整備後（事業評価期間21年目以降）の年間環境便益額は、4,540千円/年となった。

引用・参考文献

- [1] 伊藤寛幸・増田清敬・棧敷孝浩・山本康貴（2009）「土地改良事業が環境負荷に及ぼす影響の経済評価」『農林業問題研究』, 45, pp. 264～269.
- [2] 伊藤寛幸・増田清敬・山本康貴（2010）「草地圃場整備が及ぼす環境影響の経済評価」『環境科学会誌』, 23, pp. 96～105.
- [3] 建設物価調査会（2010）『建設物価第 1083 号』, 建設物価調査会, p. 957.
- [4] 建設物価調査会積算研究会（編）（2007）『平成 19 年度版土地改良工事の積算と施工』, 建設物価調査会, p. 488.
- [5] 国土交通省（2003）地区整備における費用・便益算定手法（まちづくりにおける防災評価・対策技術の開発）, pp. 407～450, <http://www.nilim.go.jp/lab/jdg/soupuro/6.pdf>, 2010 年 9 月 14 日参照.
- [6] 小柴 裕（2008）『北海道の農業農村整備 20.21 年度新規採択（希望）地区の概要』, 北海道土木工業新聞社, p. 135.
- [7] 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）（2007）『新たな土地改良の効果算定マニュアル』, 大成出版社, p. 738.
- [8] 農林水産省農村振興局計画部事業計画課（監）（2004）『環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の手引き 1 - 基本的な考え方・水路整備 - 』, 農業土木学会, p. 182.
- [9] 北海道農業会議・北海道担い手育成総合支援協議会（2010）『平成 21 年田畑売買価格等に関する調査結果』, 北海道農業会議・北海道担い手育成総合支援協議会』, p. 16 , <http://www.hca.or.jp/tyousa/h21denbata.pdf>, 2010 年 9 月 14 日参照.
- [10] 北海道農政部農村振興局農村計画課（2010）『平成 22 年度土地改良事業の費用対効果分析に係る諸係数・単価』, 北海道農政部農村振興局農村計画課.
- [11] 増田清敬・伊藤寛幸・棧敷孝浩・山本康貴（2009）「圃場整備における環境影響の外部費用評価 - 畑地圃場の大区画化を事例としたモデル分析 - 』『2009 年度日本農業経済学会論文集』, pp. 441～447.