



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道における水田土地資本額の推計と冷害
Author(s)	田村, 源治; Tamura, Genji; 近藤, 巧 他
Citation	北海道大学農経論叢, 65, 11-24
Issue Date	2010-03-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/42898
Type	departmental bulletin paper
File Information	RAE65_002.pdf



北海道における水田土地資本額の推計と冷害

田村源治・近藤 巧

An estimation of land capital stock of rice fields and the analysis of cold weather damage on rice production in Hokkaido

Genji TAMURA and Takumi KONDO

Summary

The purpose of this paper is to measure the land capital stock of the paddy field and analyze its effects on the rice yield in Hokkaido after 1963. The total amount of land capital stock of paddy fields in Hokkaido became the highest in 1993, 1.6 times that of 1963. After that, the amount of land capital has decreased, and it is 1.5 times as much as in 2001 compared to the level of 1963. The land capital stock per unit of land has increased as much as 1.8 times as that of 1963. We compared the rice yield in years of cold weather damage with normal years to investigate the effects of land capital stock. It has become clear that land capital stock has a positive effect on rice yield in recent years.

1. はじめに

1951年から2009年までに北海道に投資された農業農村整備事業費は、名目で総額9兆円に達する。このうち国費は約6兆円である。この間、北海道の農業農村整備事業費の全国シェアは概ね15~20%で推移し、戦後急速に発展した北海道農業の基礎的投資を担ってきた。

北海道の農業は、1960年を100とすると2005年には農業総合が220、畜産総合が747に伸びた^(註1)。1960年以降、全国の総合生産指数は1985年にピークに達し、それ以降は低下し続けているのに対し、北海道のそれは一貫して増加した。2005年の全国の農業総合指数は1970年を下回る水準である。

これまでの農業農村整備事業投資がこうした北海道農業の発展にどのように寄与してきたのかを検証する必要があるように思われる。

北海道農業は、水田地帯、畑作地帯、酪農地帯とそれぞれ地域的に異なる発展を遂げてきた。そのどれもが興味ある課題を抱えているが、本稿では稲作に限定し、水田の土地資本額と稲作単収との関係を明らかにする。

すなわち、本論文では、北海道の水田への土地改良投資の到達点を明らかにするために水田の土地資本額を推計することを第1の目的とする。第2に水田の土地資本額と稲作の単収との関係に限定し、水田の圃場整備の投資効果を明らかにする。

歴史を振り返れば、北海道稲作の最大の課題は冷害の克服といっても過言ではない。かつて北海道は3年に1度は不作、ないしは、およそ4年に1度の割合で冷害に見舞われると言われてきた。わが国最北にあって、北海道の農業関係者は寒冷地という厳しい気象条件のなかで頻発する冷害を克服することに全力を傾注してきた。1948年から2008年にかけて約18回の冷害に見舞われている^(註2)。61年間に18回であるから、実に3.4年に1回は冷害である。それにもかかわら、これまで、圃場整備と冷害との関係を分析した研究は少なかったと考えられる。全国的に、土地改良投資の効果として圃場整備の増収効果、機械化に対応した労働節約効果が強調されてきたように思われる。

本稿では、農地の整備水準の違いが冷害年での稲作単収に及ぼす影響を明らかにする。かつて、

北海道開発局はじめとする関係諸機関が1983年の冷害時に調査を実施し、整備水準の違いが水稲単収にどのように影響しているかを比較している（北海道開発局[9]）。この調査では、神谷が指摘した「Z効果」を検証している^(註3)。そこでの分析は一部の市町村に限定されていることから、土地資本との関係で再度検証してみたい。

以下、第2節では既存研究について整理する。第3節、4節では水田の土地資本額を推計し、水田の土地資本額と稲作の冷害について分析する。第5節は結論である。

2. 既存研究

荏開津[1]は、土地資本を「土地に投下され土地と合体した再生産可能な有形固定資産」と定義し、土地資本推計の理論的枠組みを構築している。土地資本と農業生産、特に稲作生産との関係は中嶋[8]によって分析されている。中嶋は、稲作生産の技術変化に関して土地資本の果たした役割を分析している。分析の対象期間を圃場整備事業が開始された1963年以降とし、この間の機械化、省力化及び労働生産性の上昇を土地資本との関連で計測し、土地改良事業の経済効果を明らかにした。荏開津・茂野[2]のB C関数、M関数の中に説明変数として土地資本変数を導入している。稲作生産の資本・労働比率の上昇を土地資本の増加、要素相対価格の変化、労働節約的技術進歩、農機具資本投資の調整過程の4つの要因に分け、その寄与率を計算している。その結果、稲作の「中型機

械化一貫体系成立期において、労働 - 機械の代替過程に及ぼす技術進歩の役割が強調されるが、そのかなりの部分を土地改良が担ってきた」としている。ただし、東北から九州までの8農区の分析であり北海道については触れられていない。

木南[4]は、土地資本が農業生産を増進させる要因であるとし、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県の上5県における土地資本額と生産農業所得額の関係进行分析した。土地資本額は生産農業所得に有意な影響を与えていることを明らかにした。土地改良投資のマクロ的な投資効率を推計した結果、田で2.29～4.8%、畑は8.0～20.3%とし、土地改良投資が農業部門に対して十分な経済効果をもつとしている。

国光[5]は、水田の基盤整備投資が稲作生産に与える影響を稲作収量の増大や営農労力の節減を通じた生産物価格変化によって生じる消費者余剰、生産者余剰および労働資源の再配分効果を計測した。

3. 方法およびデータ

(1) 土地資本額の推計

本稿での土地資本額の推計は、中嶋[8]の手法を踏襲する。土地資本額推計のためには、整備水準に応じた農地面積が必要である。そこで水田の整備水準について各ベンチマーク年の整備水準に関する調査区分とその内容について整理する。

農林水産省は、土地改良長期計画を策定するために過去6回にわたり農地の整備水準を調査して

表1 基盤整備調査の概要

全 国 調査名	1963年 「土地改良総合計 画調査」	1968年 「土地改良総合計画 補足調査」	1975年 「土地利用基盤整 備基本調査」	1983年 「第2次土地利用基 盤整備基本調査」	1993年 「第3次土地利用基 盤整備基本調査」	2001年 「第4次土地利用基 盤整備基本調査」
調 査 概 要	土地利用目標	土地利用目標	区画形状 (水田のみ)	団地規模別区分 区画形状(水田 畑)	農地の傾斜区分 区画形状(水田 畑)	農地の傾斜区分 区画形状(水田 畑)
	水田機械化適正分級	水田機械化適正分級	農道	農道	農道	農道
	畑分級調査	水田圃場整備事業	用排水 畑地かんがい	用水(水田、 排水	用水(水田 畑) 排水	用水(水田 畑) 排水
	1 地目移動	畑分級調査		1 4時間排除 (地下水位)	1 4時間排除 (地下水位)	1 4時間排除 (地下水位)
	2 傾斜団地の大きさ	畑圃場整備事業		2 日排除(地下水位) (地下水位)	2 日排除(地下水位) (地下水位)	2 日排除(地下水位) (地下水位)
3 作目(将来 現況)	単独畑圃場整備事業		3 排水不良	3 排水不良	3 排水不良	
4 道路(現況畑のみ)	(団体営)その他					
5 事業種別集計 (畑かん 畑排水) (開田)	農地(草地)造成事業					
資 料 北 海 道 道 名	『土地改良長期計画 調査報告』 (北海道開発局・北海道)	『土地改良総合計画補 足調査集計表』 (北海道開発局)	『土地利用基盤整備 基本調査』 (北海道開発局CD版)	『第2次土地利用基 盤整備基本調査結果』 (北海道開発局CD版)	『第3次土地利用基 盤整備基本調査結果』 (北海道開発局CD版)	『第4次土地利用基 盤整備基本調査結果』 (北海道開発局CD版)

(出所)各調査報告書より筆者作成。

いる。調査年と調査概要は、表1、2のとおりである。いずれも農地を水田、畑、樹園地、牧草地に区分し、農地の形状と農地に付帯する農道、用排水等の施設整備状況を全国の市町村別に悉皆調査した。

各ベンチマーク年で調査された整備水準は、残念ながら統一した様式で整理されていない。概観するに、1963年、1968年、1975年が、そして1983年、1993年、2001年がほぼ同じ様式で整理されている。

本稿では、これらの調査年次をベンチマーク年とし、水田の土地資本額を推計する。推計には農地の整備水準のデータが必要であるが、残念ながらわれわれは1963、1968年についてはこれを入手できなかった。これらの年に入手し得たのは、整備水準を向上させるために必要な土地改良事業別の面積であり整備水準ではない。すなわち、あくまで農地の属性をもとに算定された調査結果に過ぎない。そこで、本稿では以下のとおり土地改良事業ごとに単価を算定した。

1963年調査

「1963年調査」は、土地改良長期計画の作成に必要な基礎データの収集を目的とし、1963年及び1964年に実施した。調査の内容は大別すると以下の3つである。

水田の機械化を図る観点からの「水田機械化適正分級調査」、畑の自然的条件、圃場条件、将来の作目見込を調査した「畑分級調査」、そして今後新たに実施する必要がある農用地開発事業等を調査したものである。本稿の土地資本額の推計に関係するのは、「水田機械化適正分級調査」である。主要な分級基準は、区画規模、道路の条件、基幹用排水条件等であるが、区画規模では、区画整理済みとして「20a以上」、「10～20a」、「10a未満」、「区画整理未済」に分けている。基幹的用排水条件の区分では「完備のもの」、「機械化に軽い制約を与えているもの」（圃場整備を切り離して行っても支障にならない）、「機械化に強い制約を与えているもの」（基幹用排水条件が機械化に対して強く、圃場整備を単独で行うことが不可能なもの）に区分している。地下水位は、「70cmより低いもの」、「40～70cm」、「40cmより高いもの」に分けてい

る。

本稿では、上記の区分を圃場整備事業との関連で整理した『土地改良長期計画調査報告（土地利用目標、水田分級、畑分級結果）』（北海道開発局、北海道、1964年12月）を使用する。この資料では、表2に示すように、水田機械化適正分級は、「区画整理を要するもの」、「農道の新設改修を要するもの」、「区画整理済みのもの」、「農道整備済みのもの」、「畑地転換見込のもの」、「潰廃見込みのもの」に区分されている。

ここで、「区画整理を要するもの」（全水田面積の約77%、以下同様）は、調査要領で、将来の機械化作業体系を考慮した場合、区画形状及び用排水機能、農道が不備で新たに区画整理または再区画整理を必要とするものとしている。すなわち、区画は当時の標準的な区画である10a未満の区画、農道と用水、排水はいずれも整備未済として分類される。

「農道の新設改修を要するもの」（12.7%）については、2つの必要理由があり注意を要する。1つ目は、「区画整理済み」であり、区画整理は必要ないが、将来の機械化作業体系を見込んで農道の改修あるいは新設を要するものである。2つ目は「区画整理未済」の地区で、現況の耕地が土地利用上もしくは工費が多額になる等の理由から区画整理をする必要はないが農道の整備を要するものである。この調査要領にしたがえば両者に農地の質的な差があるが、両者を区分することは困難である。そのため、両者ともに、「区画整理済み」として扱い、区画は「20a区画」、「農道不備」、「用水・排水は整備済み」とした。「区画整理済み」（1.5%）は、区画は整備済みで「20a以上の区画」、「農道整備済み」、「用水・排水整備済み」として分類した。

「農道整備済み」（0.0%）は、区画整理は行わないが農道が必要なもの、すなわち区画は「10a区画」、「農道が不備」、「用水・排水は整備済み」として分類した。

「畑地転換見込み」、「潰廃見込みA」、「潰廃見込みB」は一括した。潰廃見込みのAとBは、Aが10年以内に潰廃が見込まれるもの、Bは10年以上に潰廃が見込まれるものである。これらは、「区画未整備」、「農道未整備」、「用・排水未整備」と

した。

1968年調査

「1968年調査」も土地改良長期計画の改訂の基礎資料を得るため1968年8月1日の全耕地に加え、農用地造成事業量の把握のため1985年までに耕地化されると推定される土地を対象に行われた。

水田の土地資本額の推計に係るものは、「1963年調査」の体系を踏襲した水田機械化適正分級調査である。

主要な分級の基準は、区画規模では、区画整理済みとして「30a以上」から「10a未満」及び「区画整理未済」まで5区分に分けている。基幹的排水条件の区分では、「用排水完備」、「用水完備・排水不備」、「用水不完備・排水完備」、「用排水不完備」に区分している。地下水位は、「100cmより低いもの」から「40cmより高いもの」まで4区分している。

本稿では、これらの区分を圃場整備事業との関連で整理した『土地改良総合計画補足調査集計表』（北海道開発局、1969年9月）を利用する。

この資料では、水田機械化適正分級は、次のように区分されている。

必要とする水田圃場整備事業は、「圃場整備（区画整理中心）を要するもの」、「農道の新設改修を要するもの」、「単独圃場整備を要するもの」、「農道の新設改修と単独圃場整備を要する」、「区画整理済みで圃場整備を要しないもの」、「その他」に区分している。

「圃場整備を要するもの」（全水田面積の約68%、以下同様）、「農道の新設改修を要するもの」（0.7%）そして「区画整理済み」（13%）は、「1963年調査」の区分と同じである。「単独圃場整備を要するもの」（6%）は、圃場整備は必要ないが水田の機械化作業体系を考慮した場合、用排水の整備が必要となるもの、すなわち区画は「20a以上」、「用排水不備（かんばい事業等が必要）」、「農道完備」である。「農道の新設改修と単独圃場整備を要する」（1.4%）は、「農道不備」である。「その他」（2.5%）は、土地利用あるいは工費が多額になる等の理由から区画整理及びその他の単独圃場整備をする必要のないとされたものである。

1975年以降から2001年調査まで

調査年次ごとに、区画形状、農道、用水、排水、地下水位の条件別に水田を区分した。「1963年調査」から「2001年調査」までの土地の属性を表2にまとめた。区画の区分では1963年調査では最大20a以上の区画が、1983年調査では3.0ha以上の区画の大きさが上限となっていて、圃場整備等の進展による区画の大型化が進んでいる様子が分かる。また、1983年調査以降の調査では、転作対応の整備水準として排水整備で表流水排除の基準と地下水位の基準がより加えられた。

具体的な土地資本の推計方法は以下のとおりである。

各ベンチマーク年について、表2に示した整備水準ごとの水田面積を市町村別に入手できるので、これに表3の再建設事業単価を乗じて各町村の水田の土地資本額とした。水田の土地資本額の推計に用いる再建設費の事業単価、ならびに土地の属性に対する事業単価の割り当ては表3に示すとおりである。市町村毎に求めた土地資本額を合計して北海道全体の水田の土地資本額とした。

(2) 土地資本額が稲作単収に及ぼす影響

次に水田の単位面積当たりの土地資本と稲作単収との関係を明らかにする方法について述べる。

冷害年においても土地資本が収量に及ぼす影響を明らかにできるように、ベンチマーク年ごとに以下の回帰式を推計する。

$$y = \theta_0 + \theta_1 \cdot D + \theta_2 \cdot y_{57} + \theta_3 \cdot k + \theta_4 \cdot D \cdot y_{57} + \theta_5 \cdot D \cdot k + \epsilon \quad (1)$$

y はベンチマーク年における平年と冷害年の単収、 D は冷害年に1をとるダミー変数、 y_{57} は1957年の単収、 k は単位面積当たりの土地資本額、 ϵ は誤差項である。

y_{57} を説明変数として加える理由は、稲作地帯の適地度合いを示していると考えられるからである。1957年時点では、土地改良事業の大きな進展は見られず、気象条件、土壌条件によって収量が左右される余地が大きいと考えられる。こうした、稲作の適地度を示すものとして y_{57} を導入するのである。ちなみに表4に示すように1957年の稲作の作況指数は113であり冷害年ではない。本格的な土地改良投資が実施されるスタート地点の単収が

表3 事業単価と調査区分コードの対応

区分	土地の属性	土地改良事業	事業単価 千円/ha	1963年	1968年	1975年	1983年	1993年	2001年
面的整備 水田区画	一次開発 20a以上 20a未満	一次開発 20a区画以上	5,685	A1-A7	B1-B6	C1-C5	D1-D7	E1-E8	F1-F8
	20a未満 不整形	10a区画以上 未整備	9,800 8,748	A2-A3 A4	B2-B5 B1,B6	C1-C2 C3 C4-C5	D1-D4 D5 D6-D7	E1-E6 E7 E8	F1-F6 F7 F8
緑的整備 農道	一次開発 完備	一次開発 農道整備	2,000	A1-A7	B1-B6	C6-C17	G8-D19	E9-E20	F9-F20
	不備	農道整備	3,268	A3-A4	B3,B5 B1-B2, B4	C6,C8,C10 C7,C9,C11	D8,D10 D9,D11	E9-E10 E11	F9-F10 F11
用水	完備	用水整備	7,290	A1-A2	B2,B5 B1,B3-B4	C12-C13 C14-C15	D12 D13	E12-E13 E14	F12-F13 F14
	不備	用水整備	0	A2-A4	B2	C16	D14	E15	F15
排水	4時間排除・地下水位 70cm以下	排水整備	4,350	A1	A2-A4				
	上記以外	排水整備	3,390	A1	B1,B3-B4	C17	D15-D19	E16-E20	F16-F20

(註1) 調査区分コードは表2を参照。
 (註2) 「土地の属性」は『第3次土地利用基礎整備基本調査』(農林水産省)による。
 (註3) 「事業単価」は『第4次土地改良長期計画』(農林水産省)による。

高い市町村ほど後のベンチマーク年においても単収は高いと考えられる。すなわち、この単収の高さは、土地改良の投資効果というよりも自然条件、立地条件に恵まれていることに帰因すると考えることにする。こうした、地域的の差をコントロールしても、なお、土地資本の効果が現れるか否かを明らかにするために y_{37} を導入するのである。

ところで、冷害年には(1)式のダミー変数 D は1をとることから、(1)式は、

$$y = \alpha_0 + \alpha_1 + (\alpha_2 + \alpha_4) y_{37} + (\alpha_3 + \alpha_5) k + \dots \quad (2)$$

となる。したがって、 α_4 が有意にプラスであるならば、稲作の適地ほど冷害年の単収の落ち込みは小さいことを示している。一方、 α_5 が有意にプラスであるならば、冷害年における単収の落ち込みを土地改良投資が緩和していることを示す。すなわち、 α_4 は道内の市町村を分析単位とする地域固有の冷害緩和効果、 α_5 は土地改良投資を通じた人為的冷害緩和効果に他ならない。土地改良の一環である排水改良、冷害に備えた深水灌漑、稲の開花期の花水など適時の灌漑用水確保は収量の向上に寄与するであろう。

ただし、これら人為的な土地改良投資は、いかなる冷害に対しても万全な抵抗力を有するわけではない。その被害の度合いは、積算気温条件、日照時間などをはじめとする幾多もの自然条件に依存している。 α_5 が有意であるならば、土地改良投資の結果である k の増加を通じて、冷害をいくらか緩和することが可能である。この効果がZ効果に他ならない。Z効果とは神谷によって提示された仮説で以下のとおりである^(註4)。

農地の整備水準の高い市町村は、平時時には高い単収に集まるとともに、冷害時においても大きな落ち込みはない。

農地の整備水準の低い市町村は、整備水準の高い市町村に比べ、平時時での収量格差は比較的少ないが、冷害時には大きく落ち込む。

もし、平時時の収量が k に依存しないならば、 α_5 はゼロと有意差をもたないことになる。作況指数が平年並みであれば、優等地も劣等地もそれなりの単収を確保することができるため k の効果を識別できない可能性が高い。さらに、冷害年と平年との単収格差は、稲の品種改良による耐冷性の向

上や栽培方法の改善によって影響を受けることから、ダミー変数のパラメータの年時間比較には留意しなければならない。

先に示したように、農地の整備水準に関する調査が実施された、1963年、1968年、1975年、1983年、1993年、2001年について(1)式を推計する。これらの基盤整備基本調査の対象年が冷害年であるか否かを考慮して比較する年次を表4のとおり選定した。基準年と比較年では土地資本額さらに、要素投入量、技術水準を一定にコントロールする必要があるのでできるだけ近接年を選定している。

稲作の生育条件は地域間、年次間で決して同じということはありません。その自然条件に応じて収量も変動しうる。表4に示したように、基準年と比較年の作況指数は分析年度ごとに決して同じではないことにも注意を払う必要がある。

4. 分析結果

北海道における水田の土地資本額の推移を表5に示す。北海道における水田の土地資本の総額は、1963年時点で4兆5,530億円(1990年価格、以下同様)で、1993年には土地資本額が最高となり総額7兆1,910億円であった。その後、水田面積の減少から徐々に減少し、2001年には7兆370億円となっている。1963年から2001年に至る38年間で水田の土地資本額は1.6倍に増加した。

水田面積の減少に関してであるが、1963年で推計した水田の土地資本額は畑地として生かされていることに留意すべきである。例えば、湧別町は生産調整が開始される以前の1964年に、町内の東実行組合を中心に水田からの撤退を決議している。当時300ha余の水田を計画的に畑作化した事例が

ある。同様に、上湧別町でも計画的に水田転換を図り、今ではすべて畑地となっている。

単位面積当たり土地資本額は、北海道平均で1963年16.8百万円/ha、2001年30.0百万円/haと1.8倍になった。増加幅が最も大きかったのは1975年から1983年にかけてで、北海道平均では1.24倍に増加した。この間で特に顕著な伸びを見せた支庁は、留萌、渡島、後志、日高で、いずれも1.63倍から1.40倍まで単位面積当たり土地資本は増加した。

これは、1963年に圃場整備事業が創設されたのを受け、北海道でも空知、上川、石狩支庁で先駆的に事業が展開されたこと、その結果、機械化作業効率の向上が確認され、これを受け、留萌支庁をはじめとする後発地域も一斉に事業を展開していった結果である。

市町村別に単位面積当たり土地資本額の分布をみると、1963年では単位面積当たりの土地資本額が10～20百万円/haのあたりに集中的に分布しているが、圃場整備事業の展開と共に1968年から徐々に分散が大きくなり、2001年になると上方に偏奇した分布になっている。圃場整備事業を中心とする水田の基盤整備が全道市町村に広がってきたことをうかがわせる。1963年から2001年までの間に単位面積当たりの土地資本額を大きく伸ばした第1位の市町村は室蘭市で、以下、浦河町、月形町、砂川市、南富良野町、美深町である。これは、水田のある町村に隈無く事業が展開されたことの証左ともいえる。

1963年で高い土地資本額を示す市町村は、置戸町、沼田町、歌志内市、上砂川町、大滝村、幌延町、えりも町などである。沼田町は水田面積2,742haに対し、すでに圃場整備済み面積が1,006haと基盤整備が先行していた町村である。一方、置戸町以下の各町村はいずれも水田面積が60ha未満で、農道の整備を求めている町村である。これらの町村の土地資本額は、先の「農道の新設改修を要するもの」で説明したように圃場整備済みとして扱っているため高くなったと解釈される。

1968年では、多くの市町村が土地資本額が約7百万円/haに集中している。これら市町村は全部で26あり、空知支庁管内が歌志内市と上砂川町、上川支庁管内は中川町、十勝支庁管内は帯広市ほ

表4 分析対象年と作況指数

年	作況指数	冷害型
1957	113	
1964 (1963)	68 (102)	遅延型
1969 (1968)	86 (122)	併行型
1976 (1975)	80 (100)	遅延型
1983 (1984)	74 (114)	遅延型
1993 (1994)	40 (108)	併行型
2003 (2001)	73 (100)	併行型

(注1) ()内は比較対象年、比較対象年における作況指数である。

(注2) 作況指数、冷害型は北海道農政事務所調べ。

(注3) 併行型は遅延型と障害型の併行である。

表5 土地資本額の推移

	1963年		1968年		1975年		1983年		1993年		2001年	
	水田面積 当り	土地資本額 たり	水田面積 当り	土地資本額 たり	水田面積 当り	土地資本額 たり	水田面積 当り	土地資本額 たり	水田面積 当り	土地資本額 たり	水田面積 当り	土地資本額 たり
北海道	271,226 100	4,553 100	280,480 103	5,144 113	277,290 102	5,922 130	263,945 97	7,012 154	242,053 89	7,191 158	234,192 86	7,037 155
石狩	27,031 100	438 100	31,905 118	490 112	30,754 114	612 140	29,283 108	835 191	21,982 81	669 153	21,743 80	670 153
空知	103,006 100	1,740 100	102,300 99	1,973 113	100,884 98	2,352 135	99,276 96	2,775 159	96,093 93	2,956 170	94,482 92	2,922 168
上川	79,070 100	1,312 100	71,300 90	1,356 103	72,031 91	1,641 125	67,783 86	1,798 137	63,882 81	1,871 143	62,876 80	1,874 143
留萌	7,227 100	128 100	10,301 143	177 139	9,990 138	181 142	9,653 134	271 212	9,042 125	277 218	8,971 124	275 216
渡島	8,119 100	138 100	7,830 96	136 99	7,655 94	122 89	7,846 97	182 132	7,259 89	201 146	6,881 85	192 139
檜山	6,064 100	101 100	8,710 144	161 159	9,752 161	171 111	10,214 168	247 243	10,046 166	270 267	9,885 163	283 280
後志	11,416 100	206 100	13,100 115	231 112	12,966 114	177 86	11,248 99	251 122	9,541 84	265 129	9,073 79	269 131
胆振	8,950 100	154 100	10,600 118	179 116	11,176 125	240 156	11,060 124	264 171	10,420 116	290 188	10,245 114	248 161
日高	6,472 100	102 100	7,821 121	150 148	7,284 113	128 126	6,942 107	171 168	6,903 107	189 185	6,293 97	187 184
十勝	3,994 100	65 100	5,210 130	100 154	5,530 138	96 148	4,244 106	73 112	2,545 64	80 123	861 22	27 42
釧路	20 100	0 100	3 15	0 0	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
宗谷	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
網走	9,857 100	169 100	11,400 116	190 112	9,268 94	201 119	6,396 65	146 86	4,340 44	123 73	2,883 29	89 53
根室	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -

(出所) 各ベンチマーク年の整備水準調査より筆者作成。
 (註1) 1990年度の圃場整備事業再建設費を使用している。
 (註2) 下段の数字は全て1963年を100とした場合の値である。
 (註3) 単位: 各年とも順に, ha, 10億円, 百万円/ha.

か5町，網走支庁管内は紋別市ほか5市町村，胆振支庁管内は室蘭市ほか6市町村，このほか天塩町，阿寒町，福島町，島牧村となっている。

2001年の調査によれば，これらの市町村のうち洞爺村が140ha，以下，福島町72ha，島牧村58ha，虻田町28ha，室蘭市12ha，網走市6haに水田が残っているが，他の20市町村にはもはや水田は残っていない．いずれの町村も「1968年調査」の水田圃場整備事業集計では「その他」に区分され，土地利用あるいは工費が多額になる等の理由から区画整理及びその他の単独圃場整備をする必要のないものとされている．なお，この時期，北海道では1950年代から1970年代にかけて国営灌漑排水事業美唄地区(1957～1979年，受益面積19,940ha)，篠津泥炭地開発事業(1951～1971年，受益面積11,400ha)などの大型事業が最盛期に入り，従来，地耐力が弱く不等沈下等から整地や均平作業が困難とされていた泥炭土壌地域にも排水や客土を行うことで造田が進んだ^(註5)。

一方，1960年当たりから当時の大蔵省が米余りを予測し，年を経るごとに米の過剰在庫と食糧赤字が顕在化した．ついに米の生産調整が本格的に始まる前年の1969年2月には，新規開田の抑制について農林事務次官通達が出された．上記の26市町村はこれらの施策の動きに沿って，1968年以前に開田に踏み切ったと思われる．これは「駆け込み開田」と称されている．なお，注目すべきことは，これらの市町村にあっても単収が400kg/10aを超える町村があったことで，米作へ意欲のほかにも営農技術の普及や定着等についても研究が必要である．

面積当たり土地資本額の分布の歪度(skewness)は，1963年から2001年にかけて，それぞれ-0.54，0.005，0.77，-0.19，-1.41，-1.41と変化した^(註6)．1968年，1975年，1983年で分布が対称になるが1993年，2001年には分布が左に歪むようになる．このことは，農地資本額が高位平準化，ないしは高水準に収斂してきたことを示している．本稿で使用しているデータの整備水準の上限が20a区画(20a以上の区画を全て含む)であるから，土地改良投資が進展するにつれこの上限に近づくことはある意味で自然である．

このように，単位面積当たり土地資本額が上方

に集中していることは，データの限界でもある．例えば，2009年現在，国営農地再編整備事業が5地区5,800haが実施されている^(註7)．この事業では，水田圃場区画の大型化や用排水施設の整備を行っているが，その多くの区画は2.3ha区画で，一部には5.0ha以上の区画も見られる．圃場に付帯する農道の幅員もトラクターや作業機の大型化，軽トラックの普及に伴い4m以上である．用排水施設に関しては，労力の軽減を図り冷害時の深水灌漑に対応するため暗渠を利用した地下灌漑施設の設置も進んでいる．今後，新たに土地資本額を推計するためには，こうした整備水準を反映する必要がある．

図1は1957年単収と冷害年の単収をプロットしたものである．この図を基に考察すると，1957年とベンチマーク年との単収関係では，1957年の単収が300kg/10a以上の市町村は1993年の冷害を除き，平年でも冷害年でも単収は高い．1957年の単収の低いところほど冷害年の単収落ち込みが著しい．仮に1957年の単収が300kg/10a以上の町村は，稲作適地とし，それ以下の単収の町村を限界水田地帯とすると，稲作適地では冷害年であっても単収の落ち込みは小さいが，限界水田地帯では冷害時には大きなダメージを受けることを示している．

1968年には作況指数が122であるにも関わらず収量の分布に210～576kg/10aの幅広い格差がみられる．それに対して，1975，84，94年では作況が100を超えると曲線の傾きが緩やかになり高位平準化がみられる．このことは，農地資本の蓄積，営農技術の進歩等により安定した収量が得られるようになったことを示している．

次に，図2によって，土地資本と単収の関係について考察する．わずかながらではあるが，面積当たり土地資本額と単収との間にはプラスの相関関係を見いだせる．1968，75，83年は，平年と冷害年で直線の傾きがほぼ平行であり，Z効果の検出は困難なように思える．ところが，1993年と2001年では平常年と冷害年の直線の傾きは異なる．傾きは，両年とも冷害年の方が大きい．冷害年には，土地資本額が高いほど単収が高くなる傾向を見いだすことができる．

1963年では横軸の15百万円/haを中心として10～20百万円/haに集中しているが，1968年，1975年，

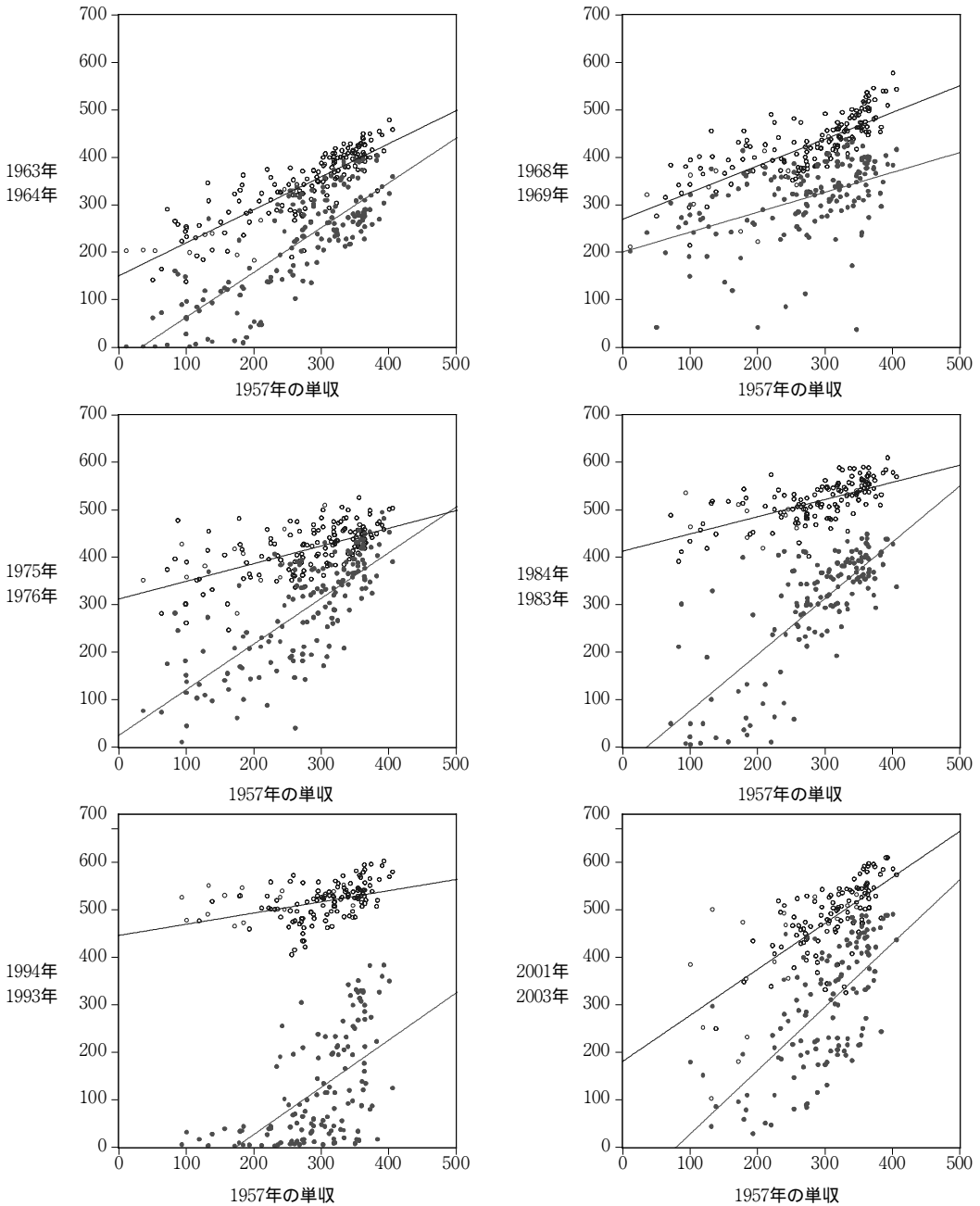


図1 1957年と調査対象年の単収

(資料) 単収は『作物統計』(農林水産省)による。

(註1) 横軸はすべて1957年の単収, 縦軸は分析対象年の単収を示し, 単位はkg/10aである。

1983年と圃場整備等の進行により10~30万円/haに広がり, 単収の平均は平年で1968年は420kg/10a水準, 1975年はkg/10a水準, 1983年では500kg/10aを優に超えたあたりに分布している。さらに1993年や2001年になると土地資本額は30百

万円/ha近辺に集中し, 単収も平年では600kg/10a近くと高位安定した収量となっている。

一方, 冷害年では1975年, 1983年, 1993年, 2001年と回帰線の勾配が急になってきている。すなわち, 冷害年には, 土地資本額の高い市町村と

北海道における水田土地資本額の推計と冷害

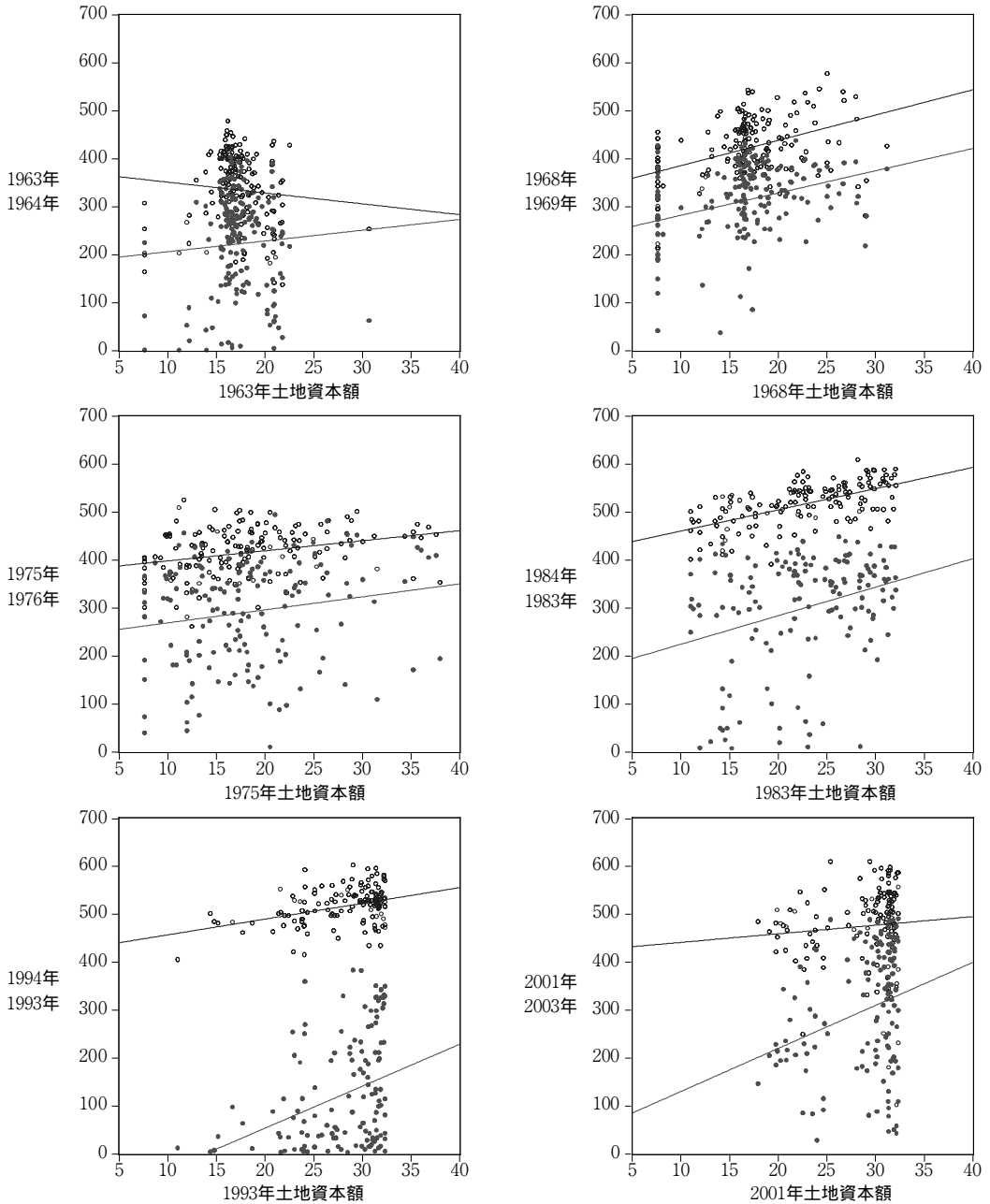


図2 単位面積当たり資本ストックと単収

(資料) 単収は『作物統計』(農林水産省)による。
 (註1) 単収の単位はkg/10a, 土地資本額の単位は百万円/haである。

低い市町村の単収格差が拡大しZ効果が認められる。

表6に回帰式分析の結果を示す。この結果から以下のことが明らかである。第1に y_{57} のパラメータが全ての調査年でプラスで有意になってい

る。すなわち、圃場整備事業の進捗が見られなかった1957年時点の単収が高いほど、事業進捗したそれ以降のベンチマーク年でもやはり単収が高い。このことは、北海道稲作は未だに自然条件を完全にはコントロールできていないことを示して

表6 北海道における単収と水田土地資本ストックとの関係

説明変数	1963年		1968年		1975年		1983年		1993年		2001年	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値
切片	175.13	5.5**	250.83	15.0**	304.95	17.0**	382.60	17.8**	367.18	8.4**	180.45	3.1**
D	-253.45	-5.7**	-72.97	-3.1**	-270.62	-10.6**	-396.89	-13.1**	-730.02	-11.9**	-468.80	-5.8**
y_{57}	0.50	11.6**	0.52	9.5**	0.34	6.0**	0.26	3.6**	0.22	2.5**	0.97	8.8**
k	1.44	0.9	1.78	1.9*	0.95	1.4	2.66	2.9**	2.99	2.3**	0.0025	0.001
D^*y_{57}	0.44	6.7**	-0.16	-2.0**	0.63	7.9**	0.99	9.6**	0.73	5.9**	0.33	2.1**
D^*k	1.28	0.6	0.44	0.3	-1.54	-1.6	-4.64	-3.5**	4.32	2.3**	6.78	2.7**
R ²	0.71		0.61		0.69		0.83		0.90		0.69	
サンプル数	333		328		311		290		269		257	
作況指数(平年、冷害年)	102	68	122	86	100	80	114	74	108	40	100	73
作況指数の差	34		36		20		40		68		27	
$3+5=0$ の検定	0.94	19.1**	0.36	6.6**	0.97	17.1**	1.25	17.2**	0.94	10.9**	1.29	11.9**
$4+6=0$ の検定	2.73	1.7*	2.22	2.4**	-0.60	-0.9	-1.98	-2.1**	7.30	5.6**	6.78	3.9**

(註1) **、*はパラメータの推定値がそれぞれ有意水準5%、10%でゼロと有意差をもつことを示す。
 (註2) 平年と冷害年の選定に関しては表4を参照。

いる。冷害による稲作生産の不安定性を克服することの重要性は現在でも北海道農業の重要な課題といえる。

第2に、この y_{57} の効果は冷害年において増幅される傾向にある。1968年をのぞき、 y_{57} と冷害年の交差項はプラスで有意である。 $2+4$ のパラメータはプラスで有意であり、冷害年においても地域固有の条件が単収を左右していることは確実である。

第3に、これとは対照的にkは有意な年と有意でない年がある。1968、83、93年では有意であった。ベンチマーク年の1968、83年の平年の作況指数は、122、114と比較的高くこのことが計測結果に何らかの影響を与えたのかも知れない。

第4に、土地資本額と冷害の交差効果は、1983年以降有意である。冷害年におけるkの効果、すなわちZ効果を確認できる。

冷災害に対応した土地改良事業によって災害が緩和される事例は北海道、東北地域に多く観測されている。農林水産省構造改善局は、1993年の冷害に対応した生産基盤強化対策検討会(1994年3月)[10]を設け、北海道、東北の事例から土地改良による冷害軽減対策等を検討している。

これによれば、以下の理由により、圃場整備は冷害による単収減を回避する上で有効である。第1の理由は、排水改良効果である。排水の効果として、地中に冷害水の滞留を排除し水温や地温を上昇させ、根圏の発達を促し耐冷性を向上させること、深水灌漑や灌漑期間の延長した場合に懸念される収穫時の地耐力を早急に改善すること、である。排水条件は、心土破碎、暗渠、末端排水路の整備によって改善できる。

第2の理由は、深水灌漑と関係している。出穂10日前を中心とする数日間は水稻が最も低温に弱い冷害危険期である、この時期、水田水位を15~20cmに保つ深水灌漑によって幼穂を保護し、冷気温による被害を回避することができる。また、この冷害危険期のさらに10日前から行う前歴深水灌漑も冷害防止効果が大いことが知られている。このため圃場整備事業により、昼間止水・夜間灌漑・昼間浅水等による田面水温の上昇を図るきめ細かな水管理を可能とする用水施設や畦畔等が整備されていれば冷害に対する抵抗力を高めること

ができる。

第3の理由は、用水路、排水路の整備である。冷害を回避するために頻りに用水操作や排水操作が行われる。このため用水路と排水路が分離され自由な用排水操作が可能な圃場条件をであればやはり冷害に対して抵抗力を持つ。近年の大区画水田に対応した管路灌漑は冷害時には開水路よりも水温が高く保たれ、夜間灌漑を行う場合は冷害時に有利となる。

上記のとおり、1983年以降、 k の有意性が認められたが、1983年ではマイナスであり詳細な検討が必要である。そこで、冷害年における k の効果である β_+ の有意性を検定してみた。1983年のマイナスに変わりはなく、1993, 01年では有意であった。冷害の深刻さや稲作の条件適地に土地改良投資がなされるのか、それとも劣等地になされるのかによってこの効果も異なることが考えられるため、この点に関してはより詳細な検討が必要である。

以上に示されたように、整備水準の高い圃場があつてはじめて冷害が軽減されるのであるか、このこと自体は決して十分条件ではない。肥培管理の担い手である農業経営者が気象を観察しながら、いかにきめ細かな肥培管理作業を行うか、すなわち、農業経営者の主体的な取り組みと良好な農地基盤の双方が互いに補完性を発揮させることが冷害克服にとって重要であることはいうまでもない。

5. 結 論

本論文では、北海道の水田の土地資本額を推計すること、および土地資本が稲作単収におよぼす影響を明らかにすることを課題とした。

1990年度の事業再建設価格で評価した北海道の水田の土地資本総額は、2001年には7兆370億円で1963年の1.5倍に増加した。この間、水田面積は約14%減少したが、単位面積当たりの土地資本額が1.8倍に増加したことが水田の総土地資本額を高めていた。1963年から2001年までに、水田の土地資本総額は2兆4,840億円増加している。1963年に創設された圃場整備事業は、当初、空知、上川、石狩支庁で先駆的に展開された。機械化作業効率の向上が確認されるとともに、留萌支庁など後発水田地帯にも限無く事業が展開され、農地資

本の地域間の不平等は縮小したようにも見える。ただし、この点に関しては、機械化技術に対応した大区画圃場などより高度な整備水準に関するデータを用いて検証する必要がある。

土地資本額と稲作単収との関係を分析した結果、土地資本額が高いほど、冷害年における単収の落ち込みが小さくなること、すなわちZ効果を見いだすことができた。

現在でも、国営事業によって圃場整備が進められている。これは、農業労働力の減少に対応した労働節約技術の推進に大きな効果を発揮するからに他ならない。今後は、こうした労働節約技術の推進に農地資本が果たした役割についてもより詳細な分析が必要となる。稲作の生物化学的技術のみならず、機械化技術と圃場整備との関係も分析してゆきたい。

註

- (註1) 『農業生産指数』(農林水産省)参照。
 (註2) 『作物統計』(農林水産省)参照。
 (註3) Z効果については、以下の3節参照。
 (註4) Z効果については神谷他[3, pp. 30 - 93]参照。
 また、北海道の一部の市町村について分析された北海道開発局[9]参照。
 (註5) 地耐力とは、農地がトラクターの重みや走行時の摩擦に耐える支持力をいう。水田に必要な地耐力は、農業機械の種類、車輪の種類、代掻き・収穫などの農作業の種類によって異なる。地耐力の限界が問題となるのは地下水位の高い水田、および排水の悪い水田であり、客土、暗渠排水等で改善する。詳細は高井他[6]および農林水産省[7]参照。
 (註6) 歪度が正であれば分布は右に歪んでいる。0であれば左右対称、負であれば分布は左に歪んでいると解釈できる。
 (註7) 国営農地再編整備事業中樹林地区(771ha)、由仁地区(1,038ha)、妹背牛地区(1,002ha)、富良野盆地地区(2,217ha)、上士別地区(825ha)。

引用文献

- [1] 荏開津典生「土地合体資本の概念と農地資本ストックの推定」『昭和62年度農業投資総合効果測定報告書 - 地域別土地資本ストックの推計とその効果 - 』, 社団法人 全国農業構造改善協会, 1988, pp. 20 - 52.

- [2] 荏開津典生・茂野隆一「稲作生産関数の計測と均衡要素価格」『農業経済研究』第54巻第4号，1983，pp.167 - 174 .
- [3] 神谷慶治・矢野勇・土屋圭三・伊藤章「農業長期資本の蓄積と水利施設の維持に関する研究」，農業技術協会，1954 .
- [4] 木南章「農業経営における土地改良の経済効果」『農業経営研究』第40巻第2号，2002，pp. 100 - 103 .
- [5] 国光洋二「稲作における基盤整備の効果任に関する計量分析」『農林業問題研究』第27巻3号，1991，pp.111 - 119 .
- [6] 高井康雄・早瀬達郎・熊沢喜久雄「水田の基盤整備および作業能率と土壌」植物栄養土壌肥料大辞典，養賢堂，1976，pp. 596 - 597 .
- [7] 農林水産省構造改善局計画部資源課「土地改良事業計画設計基準 計画 ぼ場整備（水田）基準書 技術書」，社団法人農業土木学会，2000，pp. 208 - 211 .
- [8] 中嶋康博「稲作生産構造と土地資本」『農業経済研究』第61巻第1号，1989，pp. 19 - 28 .
- [9] 北海道開発局『昭和58年 冷災害における土地改良事業の有効性調査報告書』，1983 .
- [10] 冷害等に対応した生産基盤強化対策検討会『冷害と生産基盤について』，農林水産省構造改善局，1994 .