

傾斜地の水田区画整理 (1)

—区画整理の意義—

木村和弘

信州大学農学部 農業土木学研究室

有田博之

農林水産省 農業土木試験場

はじめに

1960年以降、水田の区画整理^{注1)}の進展はめざましい。1900年から1960年までの60年間に整備された面積と同量の約82万haの整備が1960年から1977年までのわずか17年間に行なわれたのである。なかでも30a以上区画での整備が著しく伸展している。

しかし、10～20a区画の整備も継続して行なわれており、その面積は年間1.2万haに達する¹⁾。そしてこの多くが傾斜地で行なわれているのである。

そこで本文では、傾斜地区画整理について、次の二点、①大型区画での区画整理が一般化している中で、多くの場合小区画しか採用されず、その上工費も高くなる傾斜地の区画整理が、今日熱心に行なわれるのは何故か、また傾斜地区画整理の要求はどのような形で生じてくるのか。②種々の動機に基づいて行なわれる区画整理では、選択される方式はどのような特徴と問題点を有しているのか、を明らかにすることを目的とした。

本文の構成は以下の通りである。

傾斜地区画整理における整理方式の選択は、主として自然条件によって規定されるが、区画整理の推進は地区の営農条件に基づいて行なわれる。

そこでⅠでは、区画整理の推進に対して、傾斜地農地を規定している諸条件——自然条件や農家の社会、経済条件及び生産技術条件がどのように作用するかを概括的に述べる。

Ⅱでは、区画整理の推進に大きな力となる区画整理動機を、地区の営農条件のちがいによって区分して考察する。

Ⅲでは、Ⅱで考察した区画整理動機にもとづいて行なわれた整理事例——長野県宮田地区、鳥根県八雲村平原地区及び新潟県糸魚川市東山地区の3地区を対象として、動機形成の背景となった営農条件とそこで採用された区画整理方式について検討を行なう。

1982年9月30日受付

注1) 前報¹⁾でも示したが、新沢ら⁹⁾の用語にならう。区画整理という語は、単に区画の形状の変更だけでなく、道路、用・排水の改良、さらに換地による耕地の集団化を図ることまで含めて用いられる。

I 傾斜地区画整理の性格

区画整理の目的は、通作条件や耕作条件の改善であるが、通作や耕作の方法は時代とともに変化している。そのため、採用される区画規模や圃場形態はその時代ごとの社会・経済条件や生産技術条件によって規定されてきた。特に1960年以降これら諸条件の変化は著しく、区画のもつ生産力的な意味も大きく変化してきた。それに伴ない区画の規模、形状も変化した。

区画の規模は、1960年以前では10 aの標準区画が一般的であったが、60年以降は30 aが一般的となった。しかし、圃場形態は矩形区画の短辺に道路と水路を沿わせた、いわゆる碁盤目状の圃場形態を基本としており、大きな変化は見られなかった。

このような形態の区画整理は平坦地で著しく伸展した。そして傾斜地の区画整理も一貫して、平坦地の延長線上にあると考えられてきた。現在の傾斜地区画整理における諸問題、諸制約は、平坦地と同じ区画整理方式を傾斜地に適用し、区画を拡大することによって生じていると云える。

傾斜地農地の形態は、云うまでもなく自然条件、特に地形・傾斜などの要因によって形成される1次的性格と農家の社会、経済条件及び生産技術条件などの要因によって形成される2次的性格によって規定される。2次的性格は、1次的性格のもとで農地形態相互の差異を示すものと云える。

ここでは、平坦地と同様の区画の拡大に対して、傾斜地農地の諸条件がどのように作用するか、概括的に示しておこう。

1次的性格を構成する地形、傾斜は、工費と区画の大きさに影響する。工費に直接影響を与えるのが土工量である。例えば、傾斜が一樣で地形の湾曲が少ない場合、土工量は短辺の2乗に比例して増加する³⁾。工費を減じるためには、短辺長を短縮し、区画を小型化しなければならない。また地形の湾曲の著しい場合、短辺方向の土工量の増大に対応した短辺長の短縮だけでなく、長辺方向の拡大も切土量と盛土量の増大によって制約され、長辺の直線化は難しく変形を余儀なくされる。

また、区画の拡大のため短辺を大とすれば、土工量の増大を生み、必然的に法面高は増加する。高い法面は、法面安定の面から勾配を緩にすることが求められる。その結果、法敷によるつぶれ地は増加する。さらに傾斜、地形の影響は、土工量の問題だけでなく心土の露出や岩石の混入など質的な問題も生じ、工費の増大を招く。

このように1次的性格は、区画の拡大に対して制約的に作用する。

2次的性格の要因である農家の社会、経済条件及び生産技術条件は、区画の拡大に対して制約的に作用する場合と積極的に作用する場合の両面を持っている。

傾斜地の農家は、平坦地の農家に比して、一般に小規模経営である。経営規模の零細性が兼業化を促し、生産技術の進展を停滞させている。

経営規模の零細性は、区画整理費用の負担能力を減じるため、区画の拡大を制約する。しかし零細な農業経営を維持するためには、未整備のまま放置することはできず、区画整理を要求する。

兼業就業の進展は、農作業労働の軽減と維持管理労働の軽減を要求し、省力化のための区画の拡大に対して積極的に作用する。

また経営形態が小規模自作経営で、生産技術が耕耘機段階にあるかぎり、大型区画の形成を要求することはなく、区画の拡大に対して制約的に作用する。

さらに、傾斜地の未整備田をとりまく生産力的環境をみると、平坦地での区画整理が伸展し、大型ないし中型の機械の利用が一般化する今日、傾斜地での生産力の水準を低下させ、地域間に大きな生産力格差を生じている。そのため傾斜地でも、これら技術にキャッチアップするため区画の拡大が求められる。この状況は区画整理に対して積極的に作用するのである。

以上のように区画の拡大に対して作用する要因は多岐にわたるが、1次的性格は主として区画整理で採用される工法や技術を規定し、2次的性格は区画整理を推進する力＝動機を形成していると云える。

II 傾斜地区画整理の動機と目的

傾斜地区画整理における区画の規模・形状は、1次的性格によって規定される技術条件により制約される。一方地区全農家の区画整理動機は、技術条件の制約を内包しつつ2次的性格によって形成される。これは、ときには技術条件の制約をのりこえて区画整理を推進する。

本章では区画整理の推進に大きな役割を果す動機形成の面から、区画整理の意義、目的について検討することにしてしよう。

II-1 技術条件と区画整理動機

現在、区画整理を行なう場合、農家は平坦地、傾斜地を問わず、区画をできるだけ大きく、工費をできるだけ小さくすることを望んでいる。しかし、この農家の要望は、しばしば地形、傾斜などの自然条件によって制約される。それは、前章で述べたように、地形の湾曲や傾斜の増加に伴って工費が確実に増加するためである。そのため、傾斜地では平坦地よりも短辺長の小さい小区画が形成されることが多い。

しかし、傾斜地で採用されている区画の規模、形状をみると、地形や傾斜の制約にしたがい小区画を採用するという一方だけで、区画の規模、形状が決められている訳ではない。制約条件をのりこえて区画を拡大する地区もあり、なかには急傾斜地に矩形大型区画をとり入れるところもある。現在行なわれている区画整理の区画規模や形状はさまざまな形態がとられているのである。

この区画の規模、形状の決定は、技術条件だけでなく、区画整理を行なおうとする地区の農家の2次的性格である営農条件に大きく影響されている。

傾斜地の未整備地では、地区の営農条件に基づいて区画整理動機が形成される。そこでは、各地区ともほぼ共通して、①「平坦地で一般化している生産技術を取入れたい」という機械化体系に合致する区画の形成を望み、また②「傾斜地の農地でも今後とも継続して耕作を行ないたい」という農地の永続的保全を望んでいる。

これらの動機形成要因は、各地区共通の要因であるが、同じ重みをもって各地区に作用し、同じような動機を形成するわけではない。対象地区の営農条件によって、その重みは異なるのである。

これら2つの要因は、次のような形で動機を形成する。

① ①を主な動機形成の要因とするところでは、農地の保全是当然のこととして②の側面は強く現われず、平坦地の生産技術を取り入れるために区画の規模、形状を大型化することを区画整理の目的とする。

② ②を主な動機形成の要因とするところでは、農地の荒廃化を阻止し、地域の農業や農地を保全することを区画整理の目的とし、①の平坦地の生産技術を取り入れるという側面は強く現われない。

II-2 大型機械導入のための区画整理動機

前項の二つの共通要因のうち、平坦地で一般化している生産技術を取入れたいという側面が強く作用する地区では、大型機械化体系に合致する区画の形成を区画整理の第一の目的とする。

傾斜地の未整備田で大型機械を使用できる区画に整備したいという要求の背景には、平坦地の区画整理の進展とそれに伴う機械化によって生じた生産力の格差が存在する。したがって平坦地で一般化している生産技術を確保することが第一に必要となり、その生産技術を受入れる基盤として区画整理が要求されているのである。

基本法農政下で省力化とスピード化を目的とする大型の区画整理の進展は、農家独自の中型技術を形成し⁴⁾、階層間の生産力格差を生みだした。中型機械体系を保有する農家は、請負耕作等により規模を拡大し、労働生産性の向上によって超過利潤を得てきた。

機械化の進展による農家階層間の生産力の格差が生じる段階になって、初めて区画の大小は直接的に生産力に関わる要素として認識されるようになった。

平坦地の整備地は、機械を自由に駆使できるため、未整備地に対して優等地としての地位を保ってきた。また平坦地の区画整理が進展し、大団地の整備がほぼ終了し、再区画整理へと向かう段階では、優等地はますます優等地としての地位を強めている。山間傾斜地のような区画整理が進展せず未整備の状態におかれているところでは、相対的に生産力は低下し、劣等地として取り残されてしまう。

整備地と未整備地との間に生じた生産力の格差が、未整備地に区画の拡大を望んだ主要因である。

このようにして形成される区画整理動機は、傾斜地特有のものではなく、平坦地の未整備地でも同様で、区画整理一般の課題と云ってよい。

II-3 農地保全のための区画整理動機

農地保全の側面が強く作用する地区では、平坦地で一般化している生産技術を確保するという側面は弱く、農地の荒廃化を阻止し、地区農家の農業経営を維持することを目的として区画整理が行なわれる。

この動機に基づいて行なわれた区画整理地区をみると、急傾斜地に多く、耕耘機も導入で

きず、苦汗労働を強いられる劣悪な耕作条件のところに多い。そして整理後の区画規模も小さく、耕耘機段階程度に対応できる区画形成となっているところが多い。

このような区画整理では、平坦地で一般化している生産技術を取り入れることは、もとより動機形成の中には含まれないのである。直接の区画整理動機は、多くの場合、農地の荒廃化を阻止することである。

1970年の減反政策の開始以降、農地の荒廃化は著しく伸展している。農地荒廃化の要因は、種々あげられるが、単一の要因で生じるのではなく、いくつかの要因が組合わされて生じる。

発生要因は素因と誘因に大別される。前者は農機の導入が困難、通作条件が悪い等の農地基盤の劣悪さであり、後者は稲作の生産調整などの農家をとりまく外的要因と労働力の不足、喪失などの個別農家の内的要因である⁵⁾。

誘因により個別に発生する荒廃地は、真先に通作不便、機械使用困難などの農地に現われ、またそれが素因である劣悪な耕作条件によって拡大する。現在の荒廃地を放置すれば、地域全域の荒廃化を招きかねない状況となっている。

各農家は、荒廃化の素因である劣悪な耕作条件を少しでも改善しようとして、個別的な対応を行なっているが、水路や道路などの基幹施設の改変を伴わないうえ、十分な効果をあげることができない。農地の荒廃化を阻止するには、もはや農家個別の対応では困難であり、地域全体として農地の改変が必要となっている。

ここに農地の保全の側面が強く作用する区画整理動機が形成されるのである。

この動機に基づいて整備された地区では、たとえ10 a以下の区画の形成であっても、耕作を継続することができ、耕境内に留まることができる。平坦地で一般化している生産技術の確保ができないという点で限界性を有するものの、地区農家の農業経営維持のための水田維持、農地の保全には積極的な役割を果たしているのである。

III 事例分析

区画整理を行なうに至る経過は、地区の1次的性格である自然条件や2次的性格である営農条件によって異なる。区画整理方式の採用は、農家の合意に基づいて行なわれるため、地域農業への各農家のとりくみ方の総体が区画整理に反映していると云える。

本章では、IIで述べた区画整理の直接動機に対応する事例として、長野県宮田地区、鳥根県八雲村平原地区及び新潟県糸魚川市東山地区の区画整理をとりあげ、動機形成の背景とそこで採用された区画整理方式の検討を行なう。

宮田地区では、大型生産技術を取入れる基盤作りを目的としていた。そのため平坦地と同様な30 a矩形区画を1/10から1/50の傾斜地に導入した。ここでは、この経過と整備方式について検討する。

平原地区と東山地区では、劣悪な耕作条件のもとで発生した荒廃化を阻止し、地域の農地を保全することを目的として区画整理動機が形成された。両地区とも急傾斜地で、平坦地と同様な大型矩形区画の導入は困難であった。そのため平原地区では等高線型の区画整理、東山地区では耕地拡大による区画整理が行なわれた。この2事例では区画整理が行なわれた背

景と区画整理方式について検討する。

Ⅲ-1 大型機械導入のための区画整理 ——宮田地区——

(1) 地区の概況

宮田村は長野県の南部、天竜川右岸の河岸段丘上に位置する農山村である。最急傾斜1/10から1/50の傾斜地に663haの耕地が広がる。全耕地の89%にあたる586haが水田で、他は樹園地、普通畑である。農業の中心は稲作で、一部に養豚、花卉が導入されている。

全村の農家数、経営規模等を表-1に示した。

宮田村の耕地は、大正期(1920)に1反区画で耕地整理された駒ヶ原地区(145ha)、第1次農業構造改善事業(1969—1971)で30区画に整備された南部地区(49ha)を除いて、道路もなく区画も狭小な未整備状態におかれていた。

宮田村では、こうした耕地542haを対象として、1971年から1982年の12年にわたり、県営圃場整備事業を実施した。事業の中心は水田476ha、畑及び樹園地56haを標準区画30aで整備する区画整理であった。事業地区内には1/10から1/20の傾斜を有する地区や前述の駒ヶ原地区を含んでいた。

(2) 区画整理の動機

宮田地区の区画整理は、村、農協役員を中心に発意された。宮田村農業を再生させるために、村及び農協は、①水稲作の徹底した省力化、②省力化された労働力による園芸、畜産等の専門部門の育成、③これらによる複合経営の育成が必要と考え、それらの目的達成の基礎として区画整理を位置付けた。

一方農家の側は兼業の深化に伴って、より安定した兼業就業を求めている。そのため未整備圃場での耕作が労働期間を長期化し、苦汗労働を強いることから、兼業就業を阻害するものと考え、稲作部門の省力化を望んでいた。

村、農協の発意による区画整理は、農家側にとっても、営農条件の変化に対応するものとして、迎えられたのである。

1) 村、農協による区画整理の発意

宮田地区では、1960年代より金属、精密機械製造などの企業進出によって、農家の兼業化が著しく、農業生産は軒並み減少傾向を示した。

この状況に対処するため、1964年役場・農協職員を中心に「宮田村農業近代化協議会」「農業技術者連絡協議会」が設立され、宮田村農業の維持と再建を目指して農業計画が策定された。

第一歩は、1965年からの第1次農業構造改善事業の導入であった^{注2)}。しかし、結果は稲作

表-1 宮田地区の農家状況(1975年)

		農家数戸
農専 家兼 数別	専業	33 (4.4%)
	1兼	122 (16.4%)
	2兼	590 (79.2%)
合計		745 (100%)
経営 規模 (a)	~ 30	168 (22.5%)
	30~ 50	120 (16.1%)
	50~100	259 (34.7%)
	100~150	132 (17.1%)
	150~200	50 (6.7%)
	200~	16 (2.1%)

注2) 1967年から南部地区で実施され、農道整備、トラクタ・コンバインの導入による稲作集団作業体系の採用、水稲を中心にプラスチック部門として養豚を導入し複合経営による自立経営農家の育

のプラスアルファ部門として導入された養豚以外の作目の衰退傾向を阻止することはできなかった。また1970年から開始された減反によって米生産量も大幅に減少していった。

こうした中で宮田村農業近代化協議会は、前述の①～③に示した方策で村農業を再建する構想を打ちだした。この構想は、1971年に「集落経営方式^{注3)}」と呼ばれる集落単位の複合経営を目指す農業計画となって実現していった。

2) 集落経営方式の中での区画整理

集落経営方式を達成するための、村、農協、農家の役割分担は次のようなものであった。区画整理は542haの耕地を対象とし、県営圃場整備事業で行なうこととなった。この推進には村当局があたった。新規作目のための団地造成や施設の建設は、区画整理の進行と合せて第2次農業構造改善事業により設置することにし、これは農協が中心になって行なうことになった。稲作の生産組織は、集団耕作組合として、集落単位で農家の手により組織された。この集団耕作組合は、集落内の農家全戸の参加と面積割による平等出資を原則に、稲作の管理と省力化を目的としていた。

集団耕作組合は、60馬力級トラクター、4条植え田植機、4条刈コンバイン等の大型機械を所有し、労働生産性の向上を第一の目的として運営されることになった。そのため区画整理方式も、この目的に合致するものが求められ、平坦地と同様な矩形30a大型区画が採用された。しかし、区画の規模、形状の決定に際し、傾斜地での矩形区画の設定が、土工量の増大を招き、工費を増大させるという点については、あまり検討されなかった。

(3) 農家の区画整理への意向

1) 受入れの条件

各農家は、役場、農協主導の区画整理をどのように考えていたのであろうか。1974年の地区農家に対するアンケート調査結果⁶⁾からみると、各農家が区画整理に期待した点は、表-2の通りである。

調査対象農家の約半数が、区画整理によって生ずる稲作労働時間の短縮を兼業就業を可能にするものとして、期待していた。狭小で不整形の水田での耕作は、苦汗労働と作業時間の長期化を招き、兼業就業にとって不利であることが問題となっていたのである。

したがって、機械作業のできる区画の形成は、大型機械導入により労働効率をあげ、超過利潤を獲得するといった生産性の拡大を必ずしも目的とするものではなかった。むしろ農家の社会条件の変化が、圃場形態の改変を要求していたのであった。

成を図ろうとした。しかし、この事業は、①土地基盤の未整備に基因して導入された大型機械が効率よく可動しなかったこと、②農家も大型機械を使用して集団耕作を指向する意識がなかったこと、③各施設が分散して導入されたこと、などによって目的を達成することはできなかった。

なお養豚施設を導入した地区(49ha)は1969年から1971年にかけて30a標準区画で区画整理が行なわれた。

注3) 集落経営方式は「水稲の極限までの省力化とその余剰労力で高所得作目の導入及び拡大と専門的部門の育成を図る」もので、その内容は、①全村圃場整備と水利の再編成、②稲作の一貫機械化体系の生産組織の確立、③高所得作目(肉牛・花卉)の生産団地の造成と専業農家の育成、④営農類型化と園芸の振興、⑤経営受託体制の整備からなっている。

現在のところ花卉、肉牛、養豚等の生産団地の育成は順調に進み、専業農家の増加も見られる。しかし稲作部門では、耕作組合を担っているオペレーター層まで兼業農家となっている。兼業は一層進展している。

また、村当局や農協は、稲作の省力化によって生じた労力で、新規作目の導入とその規模拡大を目指していたが、表-2を見るかぎり、この考えに期待する農家は極めて少なかった。

2) 新田地区の反対

表-2 事業に対する期待

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	回答数
地区別	中越	30 (57.7)	5 (9.6)	8 (15.4)	8 (15.4)	16 (30.8)	20 (38.5)	13 (25.0)	10 (19.2)	1 (1.9)	52
	北割	44 (55.0)	16 (20.0)	12 (15.0)	8 (10.0)	18 (22.5)	25 (31.3)	24 (30.0)	8 (10.0)	13 (16.3)	80
	南割	31 (40.8)	7 (9.2)	12 (15.8)	11 (14.5)	12 (15.8)	24 (31.6)	19 (25.0)	7 (9.2)	13 (17.1)	76
	新田	11 (23.9)	1 (2.2)	8 (17.4)	4 (8.7)	6 (13.0)	8 (17.4)	6 (13.0)	3 (6.5)	3 (6.5)	46
	大田切	25 (53.2)	8 (17.0)	11 (23.4)	9 (19.1)	12 (25.5)	15 (31.9)	24 (51.1)	10 (21.3)	3 (6.4)	47
合計		141 (46.8)	37 (12.3)	51 (16.9)	40 (13.3)	64 (21.3)	92 (30.6)	86 (28.6)	38 (12.6)	33 (11.0)	30
規模別	小規模 I ~0.5 ha	19 (31.1)	1 (1.6)	12 (19.7)	8 (13.1)	8 (13.1)	12 (19.7)	12 (19.7)	6 (9.8)	11 (18.0)	61
	小規模 II 0.5~1.0	63 (49.2)	9 (7.0)	20 (15.6)	17 (13.3)	26 (20.3)	41 (32.0)	37 (28.9)	14 (10.9)	14 (10.9)	128
	中規模 I 1.0~1.5	39 (52.0)	14 (18.7)	10 (13.3)	10 (13.3)	22 (29.3)	24 (32.0)	26 (34.7)	11 (14.7)	4 (5.3)	75
	中規模 II 1.5~2.0	17 (22.7)	10 (13.3)	7 (9.3)	5 (6.7)	7 (9.3)	13 (17.3)	9 (12.0)	6 (8.0)	4 (5.3)	31
	中規模 III 2.0~	3 (50.0)	3 (50.0)	2 (33.2)		1 (16.7)	2 (33.3)	2 (33.3)	1 (16.7)		6

但し A：労力軽減により生じた余剰労力により兼業促進

B： // を農業内へ向け農業経営拡充

C：財産価値の向上

D：収量増大

E：農機の導入

F：区画の不規則，狭小の解消

G：作業効率の向上

H：自由取水

I：乾田化

注) * 数字上段は戸数，下段%，重複選択のため100%をこす。

**文献6)による。

地区内で強力な反対運動を展開したのが、新田地区である。新田地区の反対は、10 a 区画の耕地整理の行なわれた駒ヶ原地区の存在に根ざしていた。そこでは、一時期駒ヶ原地区を圃場整備事業から除外してほしいという動きも出た。そのため村当局は反対者の説得に多くの時間を要し、この地区での事業実施は大幅な遅れを余儀なくされた。

新田地区農家の反対理由は次のようなものであった。

① 農家は平均経営面積70 a の小規模自作経営で、生産技術も耕耘機段階にあったため、

区画規模は10 a で十分であった。10 a 以上の大型区画への拡大は、投資の大きさに比して経営改善の効果が小さいことなど農家にとって経営的メリットをもたらすものとは考えられなかったこと。

② 傾斜地における10 a 区画から30 a 区画への拡大は、平坦地に比して多大の土工量を要し、工費を増大させる。そのため農家負担額が増加する恐れがあったこと。

③ 区画の拡大が、生産体系の改変を要求し、その結果現有機械のスクラップ化を生ずるのではないかとの危惧を与えたこと。これは区画整理の負担の他に、機械更新の負担も加わり、二重の負担になることを恐れたのである。

しかし、当初反対運動を展開した新田地区も最終的には事業に参加した。事業に参加した大きな要因は、駒ヶ原地区内の用排水路が老朽化し、改修の必要があったことである。

一般に水路の老朽化による生産機能の低下は、その部分の改修又は補修によって解決されるため、再区画整理の直接的な動機にはなり得ない。

これが再整備に結びついたのは、次のような事情があった。

①兼業の進展により、用排水路の維持管理の共同作業が難かしくなっていたこと、②各農家は、この維持管理労働を軽減することを望んでいたこと、さらに③地区内水路網改修の単独事業と県営圃場整備事業の農家負担とを対比した結果、大差がなかったこと、などであった。

3) 機械化への条件整備

宮田地区では、新田地区以外でも区画整理に消極的な農家が多かった(表一3)。

表一3 事業に対する農家の態度

		積極参加	消極参加	説得参加	反 対	保 留	無回答	回答数
地 区 別	中 越	23(43.4)	2(3.8)	17(34.0)	5(9.4)	2(3.8)	3(5.7)	52
	北 割	43(53.8)	18(22.5)	11(13.8)	5(6.3)	1(1.3)	2(2.5)	80
	南 割	25(32.9)	6(7.9)	30(39.5)	1(1.3)	5(6.6)	9(11.8)	76
	新 田	8(17.4)	1(2.2)	6(13.0)	16(34.8)	3(6.5)	12(26.1)	46
	大 田 切	21(47.7)	5(11.4)	13(29.5)	4(9.1)	1(2.3)	3(6.8)	47
合 計		120(39.9)	32(10.6)	77(29.5)	31(10.3)	12(4.0)	29(9.6)	301
経 営 規 模 別	小規模Ⅰ ~0.5 ha	15(24.9)	13(21.3)	19(31.1)	6(9.8)	2(3.3)	6(9.8)	61
	小規模Ⅱ 0.5~1.0	56(43.8)	11(8.6)	29(22.6)	10(7.8)	6(4.7)	16(12.5)	128
	中規模Ⅰ 1.0~1.5	32(42.7)	5(6.7)	20(26.7)	11(14.7)	1(1.3)	6(8.0)	75
	中規模Ⅱ 1.5~2.0	12(38.7)	3(9.7)	8(25.8)	4(12.9)	3(9.7)	1(3.2)	31
	中規模Ⅲ 2.0~	5(83.2)		1(16.7)				6

* 数字は戸数、()は%，規模不明の4戸は除いた。

**文献 6) による。

これらの農家は、区画整理によって過重な労働を解消したいという積極的な気持ちをもつと

同時に、整備後に生ずるであろう現有農機のスクラップ化や新たな機械投資の発生をさげたいとする消極的な気持を併せもっていたのである。

これらの区画整理に消極的な農家に対して農協は、区画整理の結果スクラップ化する機械を買上げ、売却することを決めた。これによって消極農家の機械投資に対する危惧を解消させ、区画整理にふみきらせる条件が作りだされた。またこれは農協にとっても新規導入機械の効率的利用を促進する利点をもつものであった。

(4) 事業費と補助金

宮田地区の区画整理は、県営圃場整備事業で実施された。そのため農家負担率は全事業費の27.5%である。農家負担率が低かったことが、事業実施をうながす一つの要因となっていた。

計画段階(1971年)の事業費の内容を表一4に示した。10a当りの平均事業費は21.5万円であり、農家負担額は5.9万円/10aであった。しかし、事業が長期にわたって行なわれたため、工費の上昇はまぬがれず、農家負担も増加することが予想されている。

(5) 区画整理方式

1) 工法の選択条件

この地区の区画整理方式の特徴は、①短形30aの標準区画、②道路、水路を区画短辺に沿わせた基盤目状圃場形態の採用であった。

この方式が傾斜地の宮田地区で採用されたのは、①大型機械導入による作業の省力化を望む地区の営農条件のあったこと、②この方式を選択し得る自然条件が存在していたことによる。

前述の地区の営農条件に合致する整理方式は、次の諸条件を満たさねばならなかった。①機械化による作業の省力化は区画と道路条件に規定されるため、大型区画の設定と各区画に接する道路を配置すること、②集団的制約をうける耕作条件から解放されるためには、各圃場の独立性と道路、水路条件の均一性が確保されること、③道路、水路の管理労働の軽減のために、道路・水路延長を短縮すること。

そのため圃場は区画短辺に沿って道路・水路を配置する基盤目状形態をとり、区画は傾斜地であるにもかかわらず平坦地で一般化していた、長短辺比の大きい30m×100mの矩形区画が採用された。

また地区の自然条件も、この整理方式を導入するのに決定的な障害にはならなかった。そ

表一4 宮田地区事業費内訳

	事業量	事業費(千円)	割合(%)	
整地工 用水路工	531ha	280,775	24.5	
		431,767	37.7	
	幹線 3,865m	64,797		
	支線 2,385m	39,018		
排水路工 道路工	小用水路 70,873m	327,952		
		9,543m	108,702	9.5
			92,676	8.1
	幹線 9,860m	25,950		
暗渠排水工 客土工		49,390m	66,726	
	60ha	17,467	1.5	
	79ha	22,013	1.9	
工費合計		953,400	83.2	
その他費用		190,600	16.7	
事業費合計		1,144,000	100	

* 1971年事業計画書より集計

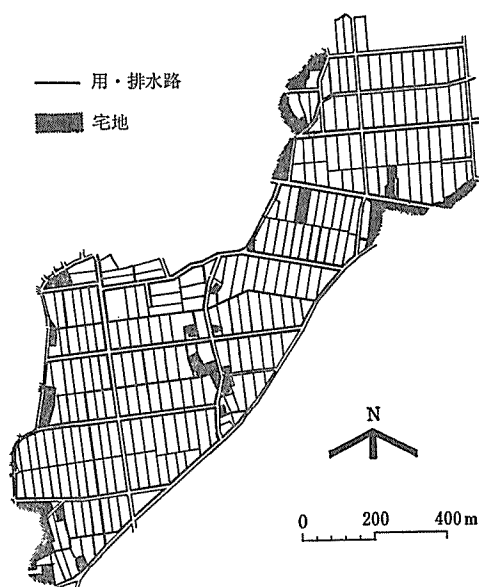


図-1 宮田地区(一部)の整備後の区画

表-5 標準区画30aの採用の割合
(宮田地区)

	水 田	畑・樹 園 地
区画面積 30 a	354.3ha(73%)	33.5ha(59%)
30 a 以下	120.5ha(27%)	23.1ha(41%)
計	474.8ha(100%)	56.6ha(100%)

の増大は、法面安定のために勾配を緩とすることを要求した。その結果必然的に法敷を増大させ、つぶれ地を増加させた。また②の段差は、道路から田面へ機械の直接進入を阻害し、大きな馬入れの設置を要求することになった。そのため馬入れによるつぶれ地が増加している。

その結果、長大法面と大面積の法敷を有する畦畔は、平坦地の湛水維持だけを目的として、設置とりはずしの簡単にできる構造と異なり、固定施設としての性格を強めた。この畦畔によって囲まれる区画や圃場組織は、一度形成されると改変が強く制約され固定化されるのである。

このようなつぶれ地の発生と畦畔の形成は、平坦地技術である矩形区画の傾斜地への適用に一定の限界性があることを示唆するものであった。

それにもかかわらず宮田地区で、矩形区画が採用されたのは、前項までに述べてきたように営農条件に基づいた大型区画形成の動機が強かったためであるが、同時に区画を大型化す

れば、①傾斜地であったが、後述する2地区のように急傾斜でなかったこと、②地形の湾曲も少なく、傾斜も比較的一様であったこと、が有利に働いた。

2) 区画整理方式の問題点

区画整理の結果、従前の7554筆に細分していた水田は、1791区画に整理された(図-1)。その結果、1区画の面積は平均4.2倍に拡大した。

しかし、30aの標準区画が全域で適用された訳ではなく、対象面積の27%が30a未満の区画で形成されたのである(表-5)。これは、傾斜の制約によって全地域での30a区画の導入が困難で、小区画にならざるを得なかったことを示している。

また、碁盤目状圃場形態により各区画の独立性と規模・耕作条件の均一性を得たが、それは同時に多大の土工量とつぶれ地の発生をもたらした。それは次の諸面にあらわれた。①短辺方向の拡大による土工量の発生だけでなく、長辺方向の拡大によっても土工量を増大させた。その結果長・短辺両方向に接する圃場間で大きな段差を生じ、法面高さは最高3.5mにもなった。(写真1)②また道路面と田面との間にも同様に大きな段差を生じた。

このような大きな段差の発生と法面高さ

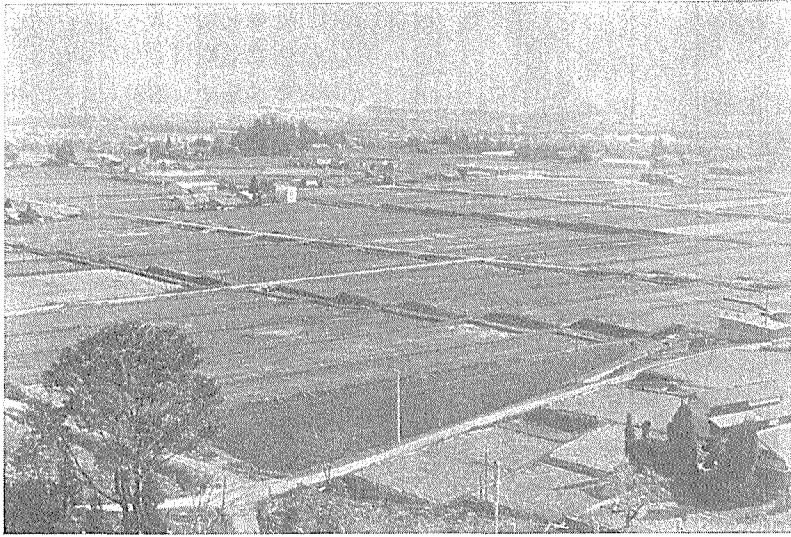


写真1 宮田地区の整備後の状況

(注) 短辺方向に接する圃場間の段差の大きいことが示される。

るための技術として平坦地技術の支配性の強いことを示すものであった。

III-2 農地の保全を目的とする区画整理(その1)——平原地区——

(1) 地区の概況

八雲村は島根県の東部に位置し、中国山地支葉の山々に囲まれた山村で、松江市まで約10 kmの距離にある。平原地区は、村の中心から西方へ約3 km、平原川の源流部に位置する。耕地は27ha、大部分が水田で、標高90mから200mの山腹に広がり、平均傾斜は1/8である。狭小で道路もない「田毎の月」のような棚田であった。

地区農家の規模及び専兼別状況を表一6に示した。地区の農業経営は稲作を主に、一部で肉牛生産が行なわれている。

表一6 平原地区の農家状況(1975年)

		農家数戸
専農 兼家 別数	専	3 (7.1%)
	業兼	16 (38.1%)
	2 兼	23 (54.8%)
合計		42 (100%)
経営 規模 (a)	~ 30	4 (9.5%)
	30~ 50	11 (26.2%)
	50~100	22 (52.4%)
	100~150	3 (7.1%)
	150~200	

1戸当りの平均経営面積は64 aと極めて零細で、全農家の90%が兼業農家である。兼業先は松江市で、通勤形態をとり、恒常的勤務や日雇い臨時雇いに従事している。

平原地区一帯は、1964年地り地区に指定され、承水路工や排水路工などの地り防止工事が行なわれた。

区画整理は、22.2haの耕地を対象とし、地り関連圃場整備事業によって1976年から1979年に実施された。

(2) 区画整理の動機

平原地区の区画整理動機は、農地荒廃化の伸展に

伴なって形成された。

1970年、減反の開始によって「耕作条件の悪いところは、植林してしまえ」という動きとともに耕作放棄地が地区内各所に見られるようになった。

まっ先に放棄されたのは労働力のない農家の圃場や湿田をはじめ水掛り、通作条件の悪い圃場であった。個別的に発生した耕作放棄地は、共同体的水管理方式である田越しかんがいに規定されて、拡大していった。特に用水下流部の水掛りの悪い圃場に発生した放棄地は、それより下流の水田の水管理を困難にさせ、一挙に荒廃地を拡大させることになった。

区画整理の行なわれる直前には、地区内の荒廃地は、全耕地の約30%に達し、耕作継続を望む農家に荒廃化が全耕地に拡大するのではないかという強い危機感を与えた(図-2)。

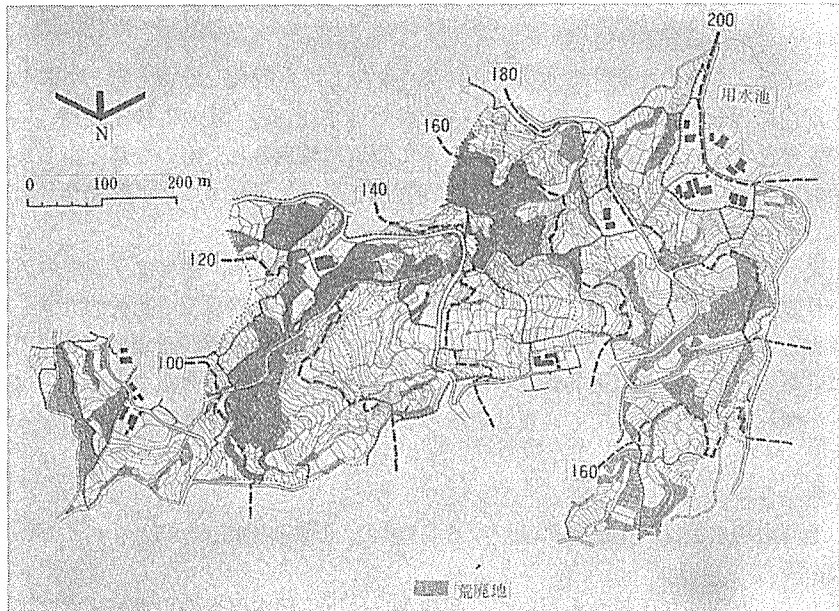


図-2 平原地区の従前区画と荒廃地の位置

当時の荒廃地の状況を、農家は「下流部から見あげると、一面草原のようだった」と言う。

この荒廃地の拡大は、耕作継続農家にとっては、多大の管理労働を強制することになった。1978年の旱ばつ時には放棄田からの漏水によって、下流部で著しい水不足を生じた。漏水は耕作放棄により畦畔のあぜぬりや締固めが行なわれなくなったため、ねずみ穴の発生や法面の軟弱化などにより生じたのである。

このため耕作を継続する農家は、自分の水田の管理だけでなく、放棄田の管理もしなければならなくなった。

この旱ばつを契機として、地区内に区画整理の気運が生まれた。まず、水管理労働強化に対して、「水路の新設をしよう」という声になった。それが、「水路の新設をするのならば、

いっそのこと耕作条件の悪い区画も整備してしまえ」という声に拡大し、区画整理へとすすんでいったのである。

(3) 農地荒廃化の素因

1) 農地と農作業の状況

平原地区の水田1枚の平均面積は68m²と極めて小さかった。

区画整理の対象となった22.2haの耕地は、239筆に分割され、さらに「クボ」と称す2276枚の水田に細分されていた。地区の水田の最小単位は「クボ」であった。1筆内には平均13枚のクボがあり、1戸平均では5.7筆、75枚ものクボを所有していたのである。

多くのクボを所有しているため、各農家の労働ピークは田植時に発生した。なかでも畔塗りは最大の労働で、約半月を要した。農家からは「畔塗りが終われば、田植も終り」という声があがる程であった。耕起から田植え終了まで、約1ヶ月にわたって労働ピークが形成されたのである。

各農家は多大の労力を要する水田の耕作条件を少しでも改良したいと考えており、それが区画整理前に行なわれた「クボ整理」^{注4)}になったのである。図-2の宅地周辺に見られる比較的大きな水田の多くは、クボ整理によって個別に改良されたものである。しかし農家の個別の対応では、道路や水路などの基幹施設の改変が行なわれず、クボ整理を行える範囲も限られ、十分な労働軽減を達成することはできなかった。

このような圃場条件のもとでは、作業期間が長期化するため、農家は平坦地の兼業農家のような日曜農業も望めず、兼業就業もままならなかった。経営規模の比較的大きい農家は、兼業職種として恒常的勤務につくことは難しく、やむを得ず日雇いや臨時雇い等の不安定な職種に就いていた。また恒常的勤務の農家は、農繁期に長期間の休暇をとることは難かしかった。いずれの農家にとっても、現状を続ける限り、水田耕作の継続は困難になっていたのである。

2) 水利条件

この地区の用水源は、上流部に位置する溜池^{注5)}(地区内水田の95%をかんがい)と周辺溪流である。

用水方法は典型的な田越かんがいで、溜池から最下流部水田への用水到達には半日を要した。このため地域全水田で一勢に、代かきや田植えを行なうことができず、用水利用は上流優先、下流不利の慣行が徹底していた。

早ばつ時には上流優先が一層顕著に現われ、1973年の早ばつでは最下流水田の配水に、約30日を要した程である。

このような厳格な水利秩序が形成されたのは、溜池からの用水量が限定されており、常に用水不足を生じていたからに他ならない。用水不足のため、溜池の樋開けも、田植え前の耕耘時には行なわれず、全農地の耕耘が終った後に行なわれるという習慣があった。またこ

注4) 数枚のクボを合併し、区画を少しでも大きくするもので、後述する「田ならし」と同じ方法である。

注5) 溜池は畑池と呼ばれる。畑池からの用水系統は5本あり、地区農家の所属する5つの部落から選出された役員の手で、樋開けから系統別用水の通水順番などの配水管理が行なわれてきた。各農家は自由に水のかけ引きを行なうことはできなかった。しかし農繁期には夜を徹して自己の水田への配水を行ない、水争いすら生じることもあった。

の用水不足を補うため冬期湛水をして、湿田状態で耕耘作業を行なった圃場も存在した^{注6)}。

こうした圃場条件は、農家に田植え時の重労働と多大の水管理労働を強制し、それが農地の荒廃化を拡大させたのである。

(4) 区画整理の経過

平原地区は地汙り地区に指定されていたため、土地改良工事には種々の規制があった。これが区画整理を行なう場合の自由な区画設定を阻害していた。このため1974年から村と農家の間で、整備方式を決定するための検討会が何度も開かれた。急傾斜地の区画整理で、事業費の増加が予想されたため、検討会では、①工事費に直接影響を与える整地工費を減少させる工法は何か、②農家負担の少ない、効率のよい補助事業は何か、が主な課題であった。特に農家は「費用負担をできるだけ少なくしてほしい」と強く要望し、なかでも比較的上層の経営規模1ha以上の農家は、費用負担の増大を恐れ、区画整理に消極的態度を示した。

こうした条件のもとで検討された結果、区画整理方式として等高線型区画整理方式を採用し、事業種目として地汙り関連圃場整備事業を採用することが決められた。1975年8月に地元農家の事業実施体制が整ったため、1976年から工事が開始された。

(5) 区画整理方式

1) 工法の特徴と選択条件

この地区の区画整理方式の特徴は、①等高線型区画方式と②自然流下式パイプラインによる用水路方式の採用である。

a) 等高線型区画方式 等高線型区画方式は、地形の湾曲に対応して区画長辺を折線又は曲線として、できるかぎり区画の拡大をはかるものである。この方法の提案は従来からも行なわれてきた⁷⁾が、実際に施行された例は少なかった。平原地区は地区全域に典型的な等高線型区画を採用した希少な事例である。

この地区の等高線型区画の特徴は、①短辺長を一定とし、②表土扱いをせず、③等高線に沿って区画を拡大するものであった。当初、後述(Ⅲ-3(5))する耕区拡大工法と同様に既存畦畔を利用した等高線方向への拡大を試みたが、各区画の面積は小さく不定形であるため、短辺長が一定とならなかった。これに対して、農家から「耕作に支障をきたすのではないか」との指摘があったため、短辺長を一定とする上記工法に変更された。

平原地区で、この工法が採用されたのは、④傾斜が急で地形の変化が著しかったこと、⑤地汉り地区で既存の水路を使用しなければならなかったことなど各種の規制が存在していたこと、⑥農家が工費の軽減を強く望んだこと、によっている。

この地区で、短形区画を採用したならば、傾斜によって生ずる土工量の増大に加えて、長辺方向への拡大に際しても多大の切土量を要し、切・盛土高は非常に大きなものになることが予想された。この切盛土高の増大は、地汉り指定地区の地汉り防止施設の改変禁止、畦畔築造にあたっての切土高2.0m、盛土高3.5mを上限とする工事規制を満たすことができなかった。そのために区画長辺は、地形の湾曲に応じた形態をとり、切盛土高を減じなければならなかった。

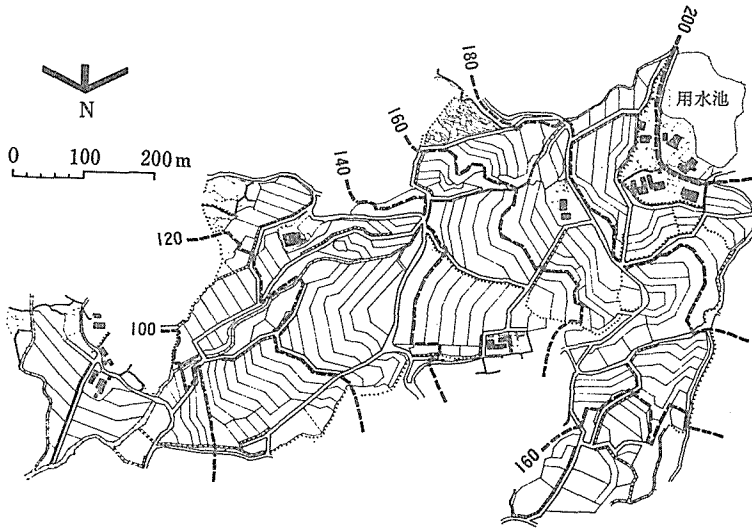
また等高線型区画は、耕耘機を主体とする農家の現有機械の作業性に支障がなく、区画拡

注6) 特に下流部末端の水田では湿田化し、機械も入らず腰まで水につかっていた作業を強いられた。

大を可能にするものであったため、農家に有効な方式として受入れられたのである。

b) 用水方式 一方自然流下式のパイプライン用水路の設置は、①田越しかんがいによる集団的水管理労働からの解放、②上流優先・下流不利の水利秩序の解消、③各圃場単位の用水管理の完結性、をめざすものであった。

用水路のパイプラインへの変更は、現有農機のスクラップ化など各農家の生産技術に直接の変更をきたすものでなく、導水中の水路損失を防ぐ方式であるため、農家の反対もなく導



図一 3 平原地区の整備の区画（等高線型工法による整備）

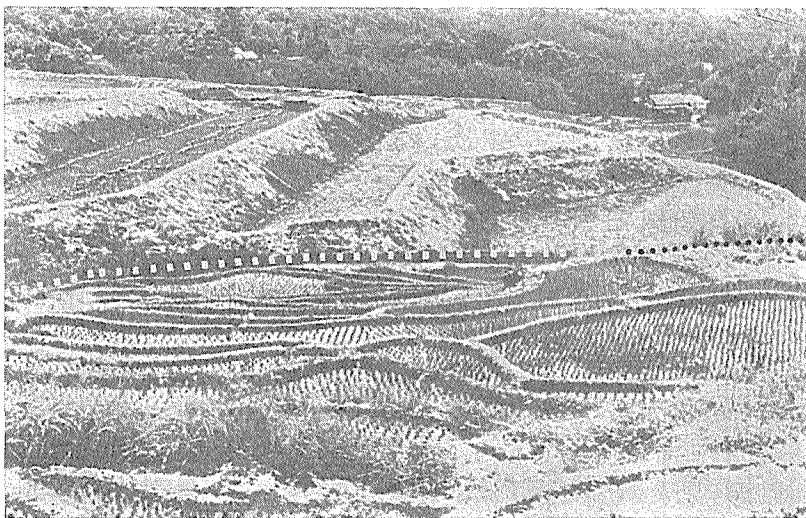


写真 2 平原地区の整理地（前方）と未整理地（手前）

入された。

2) 工法適用の問題点

等高線型区画整理によって、2276枚のクボは219枚の区画に改変された(図-3, 写真2)。しかし各区画の面積は不均一で、区画も10a以下の小区画が60%を占めている(表-7)。

設計時には、標準区画20m×100mの20a区画が計画されたが、既存の道路・水路によって区画の拡大が阻まれ、各区画の形状や面積は不均一になった。また一部では区画の長辺が長大化しすぎると水管理に不都合であるという農家の指摘によって、区画の長辺を分断して中央部に道路を新設したため小区画になったところもある。

区画の拡大を目的として等高線型区画方式が導入されたが、地回り地区の工事規制と水管理上の規制から、この方式のメリットは阻害され、小区画で固定化されることになった。

また、各農家の集団の水管理労働の軽減を主な目的として採用された水路のパイプライン化は、形成された圃場形態と関連して次のような問題を生じた。

①事業に際して溜池の貯水量の増強がはかられなかったため、用排水の分離の結果生じた用水量の増加に対応できず用水不足を生じた。個別取水の自由度の増大は、逆に用水節約的な反復利用の長所を失なったため、用水量の増大を招いたのである。②また各区画には1ヶ所の給水栓が設置され、各給水栓の口径は同一である。一方各区画の面積は不均一であったため、大区画の圃場では小区画の圃場よりも相対的に給水能力は低下し、用水不足を訴えることになった。

(6) 事業費及び補助金

平原地区の事業費内訳を表-8に示した。

表-7 平原地区の区画分布

区画規模	枚数	割合(%)
5a以下	60	27.4
5~10a	75	34.2
10~15a	38	17.4
15~20a	26	11.9
20~25a	9	4.1
25~30a	3	1.4
30a以上	8	3.6
計	219	100%

(注) 区画の大きさは法面も含む。
1枚当たり平均面積10.14a

表-8 平原地区の事業内容

	事業量	事業費	工費に占める割合
整地工	22.2ha 等高線型区画	54,995千円	45.5%
用水路工	4,300m {自然流下式パイプライン 幹線250m/m~125m/m 田区取水50m/m}	35,206	29.2
排水路工	1,900m 角型U字フリューム 他は既設水路利用	11,572	9.6
道路工	800m 幹線, 1,900m支線	7,000	5.8
暗渠排水	22.2ha	11,986	9.9
工費計		120,759	100
その他費用		17,241	
事業費合計		138,000	621.6千円/10a

道路、排水路は既設のものが利用されたため、それらの工事費に占める割合は低い、とくに道路工費の比率は5.8%であった。それに比べ整地工費は45.5%と極めて高い比率を示している。土工量の増大を抑えるために取入れられた等高線型区画方式によっても、傾斜の増加に伴って整地工費の割合が増大しているのである。

計画(1976年)では、10a当りの平均事業費は54.4万円であった。しかし事業費の変動は著しく、1976年には、68.1万円/10a、1977年には59.0万円/10a、1978年には83.0万円/10aとなっている。農家の負担は事業終了後一括計算されるため、当初計画よりも増加することはまぬがれないであろうと云われている。

この地区の区画整理は、地汙り関連事業として実施され、補助率は65%(国45%、県20%)であった。村は農家の負担軽減の要望を入れ、5%の補助を行なった。そのため農家の負担率は30%となった。それでも10a当りの農家負担は16.3万円(計画時)である。

(7) 区画整理後の変化

区画整理は1979年完了した。区画整理の結果、①各農家は従前の長期間にわたる苦汗労働から解放され、兼業へ安定した就労が行なえるようになった。また②荒廃地をとり込んだ区画整理により荒廃地は解消した。兼業就業の困難から放棄されていたところでも整備後耕作が行なわれるようになった。

区画整理は農業の存続条件を確保することになったのである。

しかし、整備後の平均区画面積は10aと小さく、そのため調査時(1979年)には生産技術が目立った変化もなく、従来からの耕耘機段階に留まっており、わずかに小型の田植え機、自脱コンバインが導入されているにすぎなかった。

III-3 農地の保全を目的とする区画整理(その2)——東山地区——

(1) 地区の概況

東山地区は新潟県糸魚川市の中心から西方へ約10km、早川の支前川右岸の山腹に位置し、大平部落の農家に所有される10haの農地である。

東山地区の位置する早川流域の農地は、河川沿いに発達した扇状地と河川兩岸の山腹急斜面に存在し、山腹急斜面の農地は棚田で、多くが地汙り地区に指定されている。

大平部落の農地は早川沿いの扇状地と東山地区の2ヶ所に分散して団地を形成している。扇状地の農地は傾斜約1/30で、未整備であるが耕耘機等の使用が可能である。一方東山地区の傾斜は1/3と極めて急で、耕耘機の使用もなかなか難しかった。

大平部落では、70年代に離村して糸魚川市中心部へ移転する農家もあり、現在20戸の農家が、扇状地の農地9.4ha、東山地区6.4haを耕作している。東山地区農地のうち3.6haは離村農家の所有で、一部は通勤耕作が継続されているが、大部分は荒廃地と化している。

20戸の農家の規模及び専兼別状況を表-9に示した。

1戸当りの平均所有面積は、扇状地の農地と東山地区の2ヶ所合せても77aでしかない。

東山地区の区画整理は、地汙り対策関連事業で10haの耕地を対象に、1978年から1980年に実施された。

(2) 区画整理の動機

東山地区の区画整理の直接動機は、離村の進行などに伴って生じた農地の荒廃化を阻止

表—9 東山地区の農家状況

		農 家 数 (戸)
専農	専 業	— (—)
兼家	1 兼	11 (55.0%)
別数	2 兼	9 (45.0%)
合 計		20 (100%)
経営規模 (a)	～ 30	— (—)
	30～ 50	— (—)
	50～100	18 (90%)
	100～150	2 (10%)
	150～200	

し、生産基盤を維持することであった。

このような区画整理の直接動機を生みだした地区の営農条件を要約すると次のようになる。

① 大平部落農家の土地所有は零細で、その上、2ヶ所に分散していたため、東山地区の農地の放棄は、各農家の規模を一層縮小し、脱農化や離村に拍車をかけるものと考えられた。

② 東山地区の耕地では、各農家所有の農機の効率的な稼動が困難であった。そのため扇状地での機械化も制約され、地区の生産性を低位に留めていた。地区の生産力の向上は東山地区の生産条件の改善が前提であったため、少なくとも扇状地の農地と

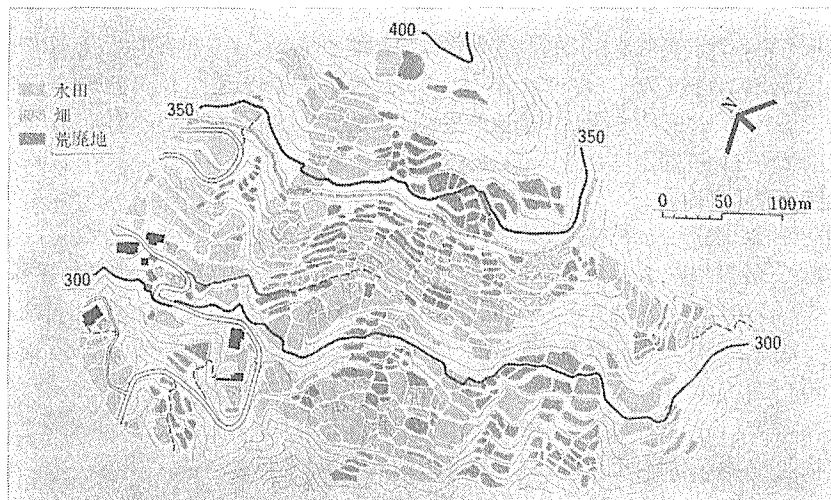
同等に機械が効率的に利用できる圃場の形成を望んだ。

③ さらに機械化が困難で苦汗労働を強いる耕作条件では、後継者も得られず、将来農地の全面放棄をせざるを得ないという危機感を老人達の中に生みだした。

(3) 農地の状況と荒廃化

1) 過酷な労働条件

区画整理前の耕地状況を、図—4、表—10に示した。



図—4 東山地区の従前区画と荒地の位置

表—10 整備前の耕地状況 (1974年)

	筆 数 (枚数)		面 積	1枚当りの面積	
水 田	338枚	42.2%	51,607m ²	63.0%	152.7m ²
畑	84	10.5	8,106	9.9	96.5
荒 廃 地	379	47.3	22,248	27.1	58.7
計	801	100	81,961	100	102.3

水田1枚当りの平均面積は1aと狭小であったが、荒廃地はそれよりさらに狭小な水田に発生している。荒廃地の面積は、整備直前には全耕地面積の1/3に達しており、末端水路を中心に集団的に発生していた。

東山地区の農作業は、田面の雪の消える5月上旬より始まる。①用水路の樋あけ、②畦塗り、③荒打、④荒苗代作りの順で行なわれ、労働ピークは7月上旬の田植え終了までの長期間にわたって形成された。

各農家は耕耘機やバインダーを所有しているが、東山地区では圃場への進入道路がないため農機の使用は困難を極めた。圃場への機械の搬入は、田越し、法面越しに行なわれ、圃場によっては機械を背負って搬入し、圃場間の移動は機械にロープをつけ、つり降すという方法がとられた。機械移動は重労働で危険を伴う作業であった。

一部の圃場ではこの困難をのりこえ機械による耕耘や刈取り作業が行なわれたが、運搬作業はすべて人の背にたよらざるを得なかった。

2) 荒廃地の伸展

この酷しい耕作条件の圃場で、1970年以降急速に耕作放棄が増加していった。

放棄地の発生と拡大の様相は次のようであった。①最初に放棄された農地は、離村農家の農地で、個別的に発生した。②これらの一部では放棄と同時に杉苗が植えられた。③個別的に発生した放棄地は末端水路を単位として集団的に拡大し、荒廃地と化していった。④植林地の隣接水田では、日陰田となりさらに耕作放棄を誘発している。

さらに、このような耕作放棄地の拡大は、耕作を継続する農家に幹線水路^{注7)}の維持管理費の負担増を招いた。幹線水路の維持管理費は耕作地の縮小により年々上昇し、1979年には10a当り1万円の負担となった。この年々の上昇は農家経営を圧迫し、負担増から逃れるために耕作を止める農家もでてきた。農地の放棄により生じた維持管理費の増大が、さらに放棄地を生み出すという悪循環を作りだしていったのである。

(4) 地区農家の動向

老人層を中心に発意された区画整理は、際立った反対もなく実施に移されていった。特に区画整理に積極的であった農家は、①70~100aの耕地を所有し、恒常的勤務に従事している農家、②100a以上の耕地を所有し、日雇いや臨時雇いなどの不安定兼業に従事している農家であった。①の農家は農繁期に長期間勤務を休まなければならなかったため、農繁期間の短縮を望んでいた。また②の農家は水田所有枚数も80~100枚と多く、恒常的勤務に就業することも困難であった。①②の農家とも、兼業農家として農業を継続することを希望していたのである。これは前項の平原地区の場合と共通するものであった。

兼業就業が可能になれば、後継者も定着すると考え、区画整理に兼業就業の可能性と後継者の維持を期待したのである。

(5) 区画整理方式

注7) 東山地区の用水は東側用水(全耕地の10%をかんがい)と奈良電用水(全耕地の90%をかんがい)によりまかなわれた。奈良電用水は早川上流より42個(毎秒1.13m³)を取水し、東山地区を含めて約60haをかんがいの用水であった。現在農地の区画化が進展したため、用水受益面積は約30haに半減した。そのため用水供給量はかなり潤沢になったが、各農家の用水維の管理費は増大している。

東山地区内には奈良電用水からの取水口が13ヶ所あり、末端は土水路の用排兼用水路であった。

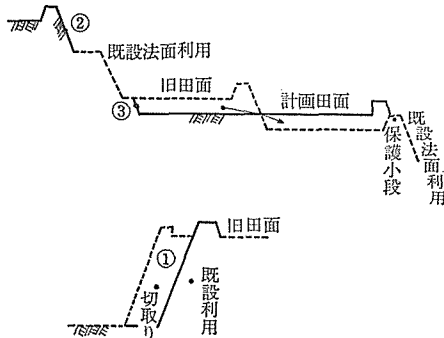
1) 区画整理に先行する農家の対応

糸魚川地方では、個々の農家が狭小な圃場を少しでも大きくしようとして、独自にブルドーザー等を導入して「田ならし」が行なわれている。しかし農家個別の田ならしでは、道路、水路などの基幹施設の改変ができないため、田ならしの行なえる範囲は限定されていた。わずかに道路に接する部分で行なわれているにすぎなかった。

2) 工法の特徴

この地区の区画整理方式は、①耕区拡大工法の採用、②自然流下式パイプラインによる用水路方式の採用であった。

a) 耕区拡大工法 耕区拡大工法は、既存の畦畔をできるだけ利用し、高低差の少ない数枚の圃場を合併して区画の拡大をはかるものである⁸⁾。そのため形成される区画は一般に不整形になる。



図一五 耕区拡大工法の基本パターン

耕区拡大による区画整理は、区画の拡大に関しては田ならしの延長として位置付けられるが、基幹施設の改変を伴うため、地域的、集団的な対応を必要とした。

耕区拡大工法の形態は、図一5に示すように2つに分けられる。一つは既存地盤の利用で、従来の法面の切取り(図一5①)、一つは既設法面の利用を行ないつつ、その上段への盛土(図一5②)又は下段へ継ぎ足し(図一5③)である。

この方式は、①防災面からは強固な地盤をもつ既存法面を利用できること、②土工量やつぶれ地の増加を抑止できること、の利点をもつが、①地形の制約を強く受けるため、整備後の区画規模が一定しないこと、③既存法面を利用するため、短辺長を一定にすることができないこと、などの欠点を有している。

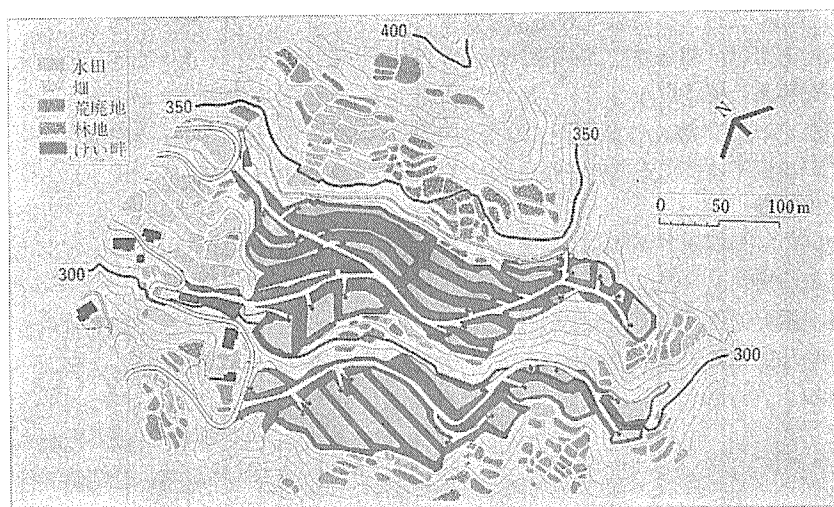
b) 用水路及び道路 用水路はパイプライン化された。これは、①地形、傾斜などの自然条件が厳しかったこと、②耕区拡大工法の採用により区画の形状が一定でなかったこと、によって各区画の短辺に沿って水路を設けることは困難で、また落差工などの諸施設を必要としたことによっている。

道路も、水路と同様に区画の短辺に接して配置することは難かしく、図一6に示す斜登状の配置となった。このような配置をしても縦断勾配が14%の急傾斜部分を生じている。そこでは路面安定のためコンクリート舗装が行なわれた。また道路と接しない区画も一部に生じ、進入のために大きな馬入れを設けるなど、工費の増大につながっている。

2) 耕区拡大工法の問題点

区画整理の結果、図一6、写真3に示す区画形態に改変された。しかし整理後の区画面積は極めて小さく、1枚の平均面積は5.6aにすぎない(表一11)。

耕区拡大工法は、土木技術的にも目一杯の施工方式であり、土工量の増加抑制には大きな役割を果たすが、既存法面の嵩上げや継ぎ足しによって法敷面積は増大する。図一6の上流部



図一六 東山地区の整備後の状況（耕耘拡大工法による整備）



写真3 東山地区の整理後の状況
 (注) 下方に見えるのが扇状地の農地

の水田部分では法面積が作付面積を上回っているところもある。

またこの工法は等高線方向への区画の拡大であるが、既存法面の利用が強力に推められると、区画形状は従前区画に規定されて不整形になり、短辺長を一定とすることが困難になる。東山地区でも短辺長が一定でない区画が各所に見られ、耕耘や施肥作業に不便であるという農家の不満も聞かれる。

表—11 整備後の区画規模

	枚 数		面 積		1枚当り 面積(m ²)
	実 数	割合(%)	実数(m ²)	割合(%)	
整 備 田	51	10.7	28,736.7	38.4	563.5
未 整 備 田	121	25.4	19,476.6	26.0	161.0
荒廃地及び植 林地	259	54.4	22,378.9	29.9	86.4
畑	45	9.5	4,304.6	5.7	95.7
計	476	100	74,896.8	100	—

* 枚数は1980.6現地踏査による。

**面積は図上算定、作付面積である。

表—12 東山地区の事業内容

	事 業 量	事 業 費	1978年 実 積		
			事 業 量	事 業 費	割 合
整 地 工	10.0ha 耕区拡大方式	} 89,887千円	2.7ha	7,574千円	32.7%
用水路工	2,360m 自然流下式 パイプライン		1,057m	5,970	25.8
排水路工	1,557m		312m	3,182	13.8
道 路 工	2,312m		952m	4,288	27.7
工 費 計		89,887		21,014	100
その他費用		13,113		4,986	
事業費合計		103,000		26,000	

(6) 事業費と補助金

東山地区の事業費内容を表—12に示した。1978年の実積をみると、耕区拡大工法を採用しても、やはり傾斜の影響を強く受けて整地工費の比率は高まっている。

計画(1978年)では10a当りの事業費は103万円であった。

この地区の区画整理は、前節の平原地区と同様に地入り関連事業として実施され、補助率は70%(国40%、県30%)であった。また市より事業費の15%の補助が行なわれ、農家の負担率は15%に軽減された。この結果、農家負担額は15.5万円となった。

他市町村の補助は、一般に5%程度に留まっているのに対して、糸魚川市の場合は極めて高率の補助と云える。

急傾斜地の東山地区での区画整理推進には、この高率の補助が、大きな影響を与えていたと考えられる。平坦地に比して工費の増加する傾斜地の区画整理では、市の補助がなければ区画整理の意欲はおさえられることになる。

(7) 区画整理後の変化

区画整理は1980年に完了したが、当初計画された10haの区画整理は、離村者の農地や荒

廃地の一部を取り込むことができず、8.6haで行なわれたにすぎない。残りは未整備のまま取残されてしまった。

整備田では、所有農機の使用に支障がなくなったため、管理が十分に行き届き、耕作が継続されている、しかし未整備田の一部では新たな耕作放棄が発生している。

この放棄地の発生は、未整備田の所有耕地に占める割合が低下したため、これら耕作放棄が農家の経営条件を左右することがなくなったこと、整備田と比較した場合従前と同様の苦汗労働を強いられる圃場に対する評価が著しく低下してしまったことによっている。これら残存の未整備田では、今後も耕作放棄が発生する可能性を有している。

III-4 ま と め

三地区のの区画整理の動機形成要因と制約条件などをまとめると表-13のようになる。

(1) 三地区の区画整理動機

宮田地区の区画整理は、個別経営的には兼業就業を有利にするため稲作労働を軽減することを目的とした基盤作りで、地域的には農業構造を改善させることを目的とした基盤作りであった。この事例は大型区画の採用により先進技術へのキャッチアップを可能にし、優等地としての地位を確保するための区画整理であり、その意味では平坦地の未整備地における区画整理と変わらなかった。

一方、平原地区及び東山地区の区画整理は、個別経営的には、農地の荒廃化による経営規模の縮小を解消し、併せて所有農機の利用が可能となるような耕作条件の整備を目的としていた。これは地域の条件を必要とし、個別経営の対応による限界を克服する必要があった。

農家個別に行なわれた「クボ整理」や「田ならし」などの改善では、道路、水路システムの改変が行なわれず、荒廃化を阻止することは困難であり、集団的、地域的な対応を必要とした。これらの地区ではまず、耕作の存続条件の形成が第一の目的であり、平坦地の区画整理の多くが、先進技術へのキャッチアップ、あるいはそれ以上の技術形成を目的としているのとは本質的に異なっていた。整備後の区画が小規模で、耕耘機段階の技術体系にしか対応できないものであっても、地区の農業経営維持のためには大きな意味をもっていた。

(2) 区画整理のための条件整備

傾斜地のの区画整理では、傾斜の増加に伴って工費は確実に増加し、農家負担も増大する。そのため工費を軽減する工法の採用や農家負担を少なくさせる条件整備が行なわれることが必要で、それによって区画整理もスムーズに進みやすい。

三地区でとられた条件整備は次の通りであった。

宮田地区では、①県営圃場整備事業による農家負担率の軽減と②農協を中心に農家の現有農機のストラップ化などに対する不安解消のための措置があったこと。

平原地区では、①地汙り関連事業として一般団体営事業より高い補助を得られたこと、また村費の補助があったこと。②工法として等高線型区画整理方式が採用されたこと。

東山地区では、①地汙り関連事業として行なわれたこと、さらに市当局から高率の補助があり、農家負担が軽減されたこと、②工法として耕区拡大工法が採用されたこと。

(3) 制約条件と区画整理方式

三地区の区画整理方式の差異は、自然条件の制約の差異を表わしている。

表—13 3地区の動機と技術的制約条件

	宮 田 地 区	平 原 地 区	東 山 地 区
直接の動機	平坦地の先進技術の導入のための大型区画の採用	農地の荒廃化を阻止し、農地の保全	農地の荒廃化を阻止し、農地の保全
背景としての営農条件	個別経営的側面	<ul style="list-style-type: none"> ○ 荒廃化に伴う水管理労働強化と劣悪な耕地での苦汗労働の軽減 ○ 兼業の深化による労働の軽減 ○ 荒廃化阻止の個別対応の困難性 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 経営規模小さく耕地は扇状地と東山地区2ヶ所に分散 ○ 荒廃化の拡大による経営規模の減少の危機の解消 ○ 所有農機の利用困難 ○ 危険を伴う苦汗労働の軽減 ○ 荒廃阻止の個別対応の困難性地域的側面
	地域的側面	<ul style="list-style-type: none"> ○ 地域複合経営のため稲作の省力化 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 全域農地の荒廃化の危険性への対処
技術的制約条件	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1/10～1/50の傾斜 ○ 事業費の増大 ○ 一部に既整理田の存在 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1/8の急傾斜 ○ 用水不足 ○ 地入り地区の指定による切盛土高の制限 ○ 事業費の増加 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1/3の急傾斜 ○ 事業費の増大
条件整備	<ul style="list-style-type: none"> ○ 県営圃場整備事業による農家負担の軽減 ○ 農協によるスクラップ化する農機の買上げ、売却の仲介 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 補助率のよい地入り関連圃場整備事業 ○ 村費による補助 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 補助率のよい地入り関連圃場整備事業 ○ 市費による補助
技術対応	<ul style="list-style-type: none"> ○ 基盤目状圃場形態の採用 ○ 矩形区画の採用 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 短辺長一定の等高線型区画の採用 ○ 区画面積10 a 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 既存畦畔利用の耕区拡大 ○ 短辺長不定 ○ 区画面積5 a
事業後の変化	<ul style="list-style-type: none"> ○ 大型機械の導入を集団耕作目的の組織により省力化 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 生産技術の変化なく耕耘機段階 ○ 荒廃地の解消 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 耕耘機、バインダー等の所有農機の利用が可能

平坦地では、自然条件は区画整理方式に大きな影響を与えないが、傾斜地では制約的に働らく。また自然条件の制約性の強いところでは、農家が営農条件をどう評価し、どう対応するかによって、圃場形態に大きく影響する。そのため選択された技術は、一面傾斜地技術としての合理性をもつと同時に営農条件や平坦地技術に規定された限界性を有している。

宮田地区では、大型区画をめざして矩形30 a 標準区画と基盤目状圃場形態を導入した。平原地区や東山地区のように急傾斜地でなく、傾斜も同様であったことが、工法の採用を可能にした条件だが、長短辺両方向に接する圃場間に大きな段差を生じ、又道路と田面との間

でも大きな段差を生じた。長大な法面の形成による多大の土工量、大きな法敷と大きな馬入れによるつぶれ地の発生をみた。これは傾斜地への大型矩形区画の適用には、一定の限界があることを示唆するものであった。

また新田地区の反対は、傾斜地における再区画整理の難かしさを示すものであった。傾斜地では、平坦地の再整備阻害要因の他に土工量の増大に伴なう工費の増加が加わるため、再整備を阻止する働きが強化される。そのため、平坦地に比して、再整備は進みにくく圃場組織は長期にわたって固定化される。

平原地区では、傾斜が急で地形の湾曲が著しかったため、地形の湾曲に合わせ、短辺長を一定とした等高線型区画が採用された。矩形区画の設定によって生じる切盛土量の増加と切盛土高の増大を回避することができるという点でこの工法の特色がみられ、傾斜地への適用の合理性が示された。しかし平原地区では、地汙り地区内での工事規制や水管理方式の改善が充分でなかつたため、自由な区画拡大ができず、10 a 以下の小区画の形成となつてしまった。また用水路のパイプ化は、用水源の強化の必要性和各区画面積の不均一によって生ずる用水不足への対応の必要性を示している。

東山地区では、平原地区以上に急傾斜地で地形の湾曲も著しかった。ここで採用されたのが、既存畦畔を利用した耕区拡大工法であった。防災的側面と土工量増大を回避するという面では、有利に作用したが、従前区画に規定された小区画の形成と短辺長の不定の不整形区画は、機械作業に対して不利に作用している。

IV 総括と今後の課題

IV-1 総括

本論の目的は、傾斜地で行なわれている区画整理が、どのような動機のもとに行なわれているのか、その動機を形成する基礎的条件は何か、また、そこではどのような区画整理方式が採用されているのか、を明らかにすることであった。

(1) 傾斜地の区画整理は、平坦地の区画整理の延長線上にあると考えられてきた。対象地区が平坦地から傾斜地へ移行するだけでなく、技術もそのまま適用可能だと考えられてきたのである。したがって現在の傾斜地区区画整理における制約は、平坦地と同じ整理方式を適用し、区画を拡大することによって生じている。傾斜地の農地形態は、自然条件、とくに地形、傾斜などによって形成される1次的性格と、農家の社会、経済条件及び生産技術条件などによって形成される2次的性格によって規定される。1次的性格は主として、区画整理で採用される工法や技術を規定し、2次的性格は区画整理を推進する力=動機を形成する。

(2) 制約条件の多い中で区画整理を行ない、区画規模をどのように決定するかは、地区の営農条件に基づいて形成される農家の区画整理動機によって大きく異なっている。

傾斜地の区画整理の動機形成には2つの力が働いている。①は平坦地と同様に、現在一般化している生産技術を取入れることによって生産力的なキャッチアップをはかることを目的とするもの、②は地域の農業、農地の保全をはかることを目的とするもの。

この2つの力は、同時に同じ重みで作用するのではなく、地区の営農条件によって異なる。そして形成された動機を基礎に技術選択が行なわれる。すなわち①の力が強いところでは、区画の規模・形状をできる限り、生産条件に近づけようとする。②の力が強いところで

では農業、農地の保全が可能となる圃場条件を形成しようとする。

(3) こうした動機に基づいて行なわれた宮田地区、平原地区及び東山地区の区画整理事例を対象として、動機形成の背景とそこで採用された区画整理方式について検討を行なった。

1) 大型区画形成を目指す区画整理は、地域の農業構造の改変や農家の兼業などの社会的状況の変化に対応するために動機形成が行なわれる。この場合、平坦地の未整備地区の区画整理動機形成と本質的な差異はない。

農地の保全を目指す区画整理は、傾斜が急で劣悪な耕作条件の地区ほど、その指向性が強い。特に農地の荒廃化によって農業経営の継続の危機に瀕しているところでは、荒廃化を阻止し農地の保全を目的とする区画整理動機が形成される。

2) 大型区画を目指す宮田地区では、平坦地と同様な基盤目状圃場形態と矩形30 a 区画を採用した。自然条件としての傾斜がそれ程急でなく、起伏も同様であったことが大型区画の導入を可能にしたが、それでも長短辺両方向に接する圃場間で大きな段差を生じ、多大の土工量とつぶれ地を発生させている。

急傾斜地では、自然的条件の制約により、平坦地と同様の工法の導入は困難で、制約条件に適合した工法の選択にせまられる。平原地区や東山地区では、等高線型区画工法や耕区拡大工法が取入れられた。

3) 急傾斜地の平原地区や東山地区で採用された工法は、自然条件の制約に規定されるため、傾斜地への適用には合理性を有している。しかし区画整理の推進は営農条件に基づくため、その合理性を十分に発揮することができない。整備後の区画は、農家経営維持のためには大きな効果を示しているが、10 a 以下の小区画で耕耘機段階の技術体系にしか対応できず、生産技術的なキャッチアップができないという点で限界性をもっている。

IV-2 今後の課題

本文では、傾斜地区画整理を推進する動機と、区画整理の意義の検討を中心課題としたため、区画整理技術については各地区で採用された工法の特徴と若干の問題点の指摘に留まった。

現在、傾斜地でとり入れられている工法が、傾斜地技術として独自に展開する可能性があるかどうかの検討が残されてしまった。今後、この点の技術的検討に際して、第一に必要なことは、圃場組織のもつ過渡性と固定性を視野に入れた検討である。

平坦地での機械化が進み区画整理が再整理へと向かおうとしている今日、傾斜地でも、生産条件の変化に対応して区画や圃場組織を変化せざるを得なくなるであろう。しかし、傾斜地では区画、圃場組織の改変は進みにくい。それは、自然条件の制約による投資の増大と経営規模の零細性と生産力の低いことが投資の回収期間を長期化し、一たび形成された区画や圃場組織が固定化するためである。傾斜地の再区画整理は、新田地区の反対運動に見られるように区画や圃場組織の固定性に直面し、困難をきわめる。今後新田地区のように旧区画を全面的に廃して、新たな区画を形成することは多くの困難を要すると考えられる。

こうした状況に対応するため、傾斜地の技術は、将来の変化をみこみ、区画や圃場組織に過渡的性格をもたせておくことが求められる。それによって固定性を少しでも緩和させることが可能であろう。

現在の傾斜地工法は、区画や圃場組織の過渡性という側面を予想して形成されていない。そのため各区画の独立性と均一性を最大にすることを目的として、土木工事的にも目一杯の施工を行ない区画や圃場組織の形成がなされている。それが一層固定性の強化を招いている。

したがって、傾斜地の技術は、固定性と過渡性の対立を解消させ又は緩和させる条件を持つことが要求されている。さらにその条件を区画形成時に保持することが要求されるのである。そしてこれらの条件は、現在の工法、特に等高線型区画工法や耕区拡大工法の中に萌芽的に存在していると考えられる。次報においては、上記の視点から傾斜地技術を中心に報告する予定である。

本文を書くに当って多くの方々のお世話になった。調査にあたっては、長野県宮田村建設課、伊南農協宮田事業所、島根県八雲村農林課、新潟県糸魚川市農林課、糸魚川市土地改良区の方々はじめ地元農家の方々の協力を得た。これらの方々に謝意を表するしだいである。

文 献

- 1) 有田博之・木村和之：第2次大戦後の水田区画整理の展開とその意味，農業土木試験場技報 A24, pp.23~61, 1981.
- 2) 有田博之・木村和弘：水田の再区画整理，農業土木試験場技報 A27, pp.19~23, 1982.
- 3) 上野英三郎：耕地整理講義，pp.234~242, 成美堂書店；1905.
- 4) 伊藤喜雄：稲作中型技術の形成，日本の農業48, pp.1~119, 1966.
- 5) 木村和弘：山村農地の荒廃化とその対応，農業土木学会誌 49-4, pp.33~40, 1981.
- 6) 木村和弘・近藤芳則：圃場整備事業計画に対する農家意識，農業土木学会誌 46-6, pp.19~24, 1978.
- 7) 新沢嘉芽統：土地改良論，pp.168, 東大出版会，1955.
- 8) 石塚菊次郎：山間急傾斜地の水田ほ場整備指針（案）について，水と土，34, pp.41~51, 1978.
- 9) 新沢嘉芽統・小出進：耕地の区画整理，岩波書店，1963.

Re-adjustment of Paddy Field on Sloping Area (1)

—Meaning of Re-adjustment—

Kazuhiro KIMURA* and Hiroyuki ARITA**

*Laboratory of Agricultural Engineering, Fac. Agric., Shinshu Univ.

**National Research Institute of Agricultural Engineering

Summary

For re-adjustment of paddy field on sloping area, the technique may be subjected mainly by the conditions of geographical features, and the project of re-adjustment is promoted by various motives building up by the agricultural conditions of area and the motives should be important.

The purpose of this paper is to clarify the motives of re-adjustment and to explain the agricultural conditions in terms of the background of the motives and also to explain the technique of re-adjustment on Miyata, Hirahara and Higashiyama districts.

It became clear that the motives are divided into two categories:

- 1) the aim to build up the large scale plot accompanied with introducing the large machines for rice production.
- 2) the aim to prevent the field devastation expanding on sloping area, where if the 2) motive would act upon, the 1) motive became obscure.

Re-adjustment is to build up the large scale plot on Miyata district and to prevent the field devastation on Hirahara and Higashiyama districts.

河川水質の統計学的研究 (Ⅳ)

信濃川水質への多変量解析の適用

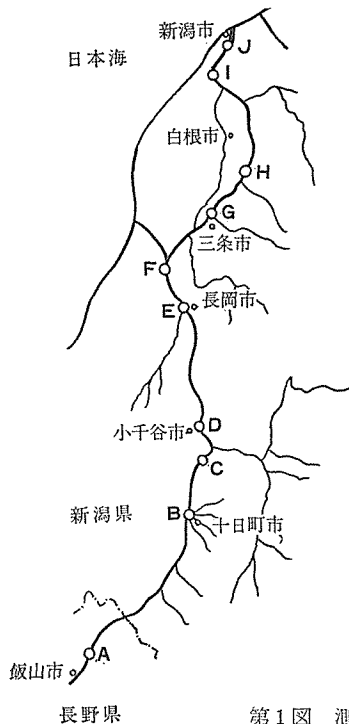
中路 勉・港 和行・高倉芳成・藤原みや子・入江鎌三

信州大学農学部 環境保全化学研究室

I はじめに

河川等の水質調査結果を数値的に取りまとめ、如何にして表現するかについては種々困難な面を有している。それに対する試みとして筆者らは長野県内天竜川・千曲川・木曾川および湖沼の水質に対して多変量解析および時系列分析の手法を使用して解析を行った結果について先に報告した^{1,3,4,2)}。その際に使用したのとはほぼ同様の手法を、信濃川の水質調査結果に適用し一応の成果を得たので報告する。

II 数値の入手および変量の選択



- A 大関橋
- B 十日町橋
- C 魚沼橋
- D 旭橋
- E 長生橋
- F 与板橋
- G 瑞雲橋
- H 庄瀬橋
- I 帝石橋
- J 万代橋

第1図 測定地点概念図

本研究では千曲川の下流である信濃川を対象とし、長野県および新潟県が公表した公共用水域水質測定結果(昭和48~54年度)^{5,6)}記載の数値を使用した。測定地点は第1図に示すように信濃川の本流からA~Jの10地点である。変量としては前報⁴⁾までと同様に生活環境項目より、水温・pH・DO(溶存酸素量)・BOD(生物化学的酸素要求量)・COD(化学的酸素要求量)・SS(浮遊物質量)の6変量としたかったが、CODについては測定された地点が極少く、変量として取上げることが断念し、CODを除いた5変量とした。各測定地点における測定は月に1回以上の割合で行われているのでその代表的な日のものを、また1日に数回以上測定されているときは12時に最も近いものを採用した。

III 解析方法

解析方法はほぼ前報⁴⁾と同様であるが、まず時系列分析を行い季節変動が除去されたことを確認した後、相関分析・主成分分析ならびに因子分析を行った。

以上の計算には前報¹⁾および港論文⁷⁾記載のプログラムを使用し、本学部データ・ターミナルよりリモートバッチにより東京大学大型計算機センターを利用して行った。

IV 結果および考察

1 水質概要

全測定地点について7か年間の水質変動の最大値・最小値・平均値・標準偏差および変動係数を求めたが、10地点の測定値全部を統括したもの（以下 Total と記す）のみを示せば第1表の如くである。

これによると BOD および SS の変動が大きく、BOD は下流の J 地点で平均値・変動係数ともに大きく、SS は B～F 地点で大きな変動を示している。

第1表 信濃川水質概要（昭和48年4月～55年3月）

	水 温	pH	DO mg/l	BOD mg/l	SS mg/l
最 大 値	29.5	8.5	16.0	7.6	174.0
最 小 値	0.0	6.6	6.3	0.1	0.0
平 均 値	12.39	7.28	10.47	1.89	34.80
標 準 偏 差	7.88	0.41	1.90	2.82	48.27
変 動 係 数%	63.6	5.6	18.1	149.2	138.7

2 時系列分析および修正系列の算出

各測定地点における各変量について自己相関係数を求めた。水温および DO については当然のことながら全地点においてははっきりした12か月の周期性が検出された。pH については A・G・I・J を除く全地点で、BOD は I を除く全地点で、SS は H・I・J を除く全地点で各々12か月の周期性が認められた。

次に全変動に対する季節変動と傾向変動の寄与率を求めるために分散分析を行ったところ、全変動のうち水温については90%以上、DO についてもほぼ75%以上が季節変動であることが判明した。水温を除いた変量について傾向変動の有無を検討するために、変量測定値の各年度総計値と測定年度との間の相関係数を求めた。その結果 pH については B～J 地点では負の相関が認められ B 地点を除いて高度な有意性を示した。他の変量についてはおおむね減少傾向にあるが、A 地点では DO・BOD の増加傾向が認められ汚濁の進行が推察された。

変量測定値（以下原系列と記す）から季節変動を取除くために、対移動平均比率法を用い

て季節指数を算出し、原系列をこの季節指数で割った数値（以下修正系列と記す）を求めた、この修正系列について何らかの規則的な周期変動を含んでいるかどうかを検討するために連検定を行った。その結果連検定が有意であり系列に周期性が無いとは断定出来なかつたごく一部のものについても、変動の寄与率を求めた結果季節変動は認められなかつた。従って修正系列には季節変動は含まれていないことが確認された。

3 相関分析

原系列について相関係数および偏相関係数を求めて、Total についての結果を第2表に示した。これによると相関係数、偏相関係数ともに水温—DO 間に負の、また偏相関係数については水温—pH 間、DO—pH 間に正の有意な相関が認められた。その他については顕著な差異は認められなかつた。

修正系列についても相関係数および偏相関係数を求めて、Total についての結果を第3表に示した。これによると季節変動を除去することにより相関・偏相関両係数ともに水温—DO 間の負の相関は減少し、相関係数の pH—DO 間の正の相関が有意となった。また原系列では相関係数と偏相関係数が著しく異っているものがあつたが、修正系列ではほとんど差が見られない。これは季節変動を除去することにより、相関係数が偏相関係数に近い値を示すようになったためと考えられる。

第2表 相関係数行列（原系列，Total）

	水 温	pH	DO	BOD	SS	相 関 係 数
水 温		0.25*	-0.84**	0.04	0.18	
pH	0.45**		0.00	0.03	-0.21	
DO	-0.86**	0.36**		-0.06	-0.25*	
BOD	-0.04	0.06	-0.06		0.05	
SS	0.05	-0.22	-0.09	0.05		
偏相関係数				** 1%有意 * 5%有意		

第3表 相関係数行列（修正系列，Total）

	水 温	pH	DO	BOD	SS	相 関 係 数
水 温		0.12	-0.05	0.06	-0.04	
pH	0.14		0.34**	0.02	-0.28*	
DO	-0.09	0.31**		-0.09	-0.18	
BOD	0.05	0.06	-0.08		0.09	
SS	-0.02	-0.24*	-0.09	0.10		
偏相関係数				** 1%有意 * 5%有意		

4 固有値と寄与率

原系列と修正系列について主成分分析を行い、固有値と寄与率を求めて第4表に示した。これによると第1主成分の固有値、寄与率ともに季節変動を除去することにより減少し、修正系列では累積寄与率80%以上とするには第4主成分までを必要とした。

第4表 固有値(λ)と寄与率(%) ()内は累積寄与率

地 点	系 列	原 系 列			修 正 系 列			
	主成分	1	2	3	1	2	3	4
A 大 関 橋	λ	2.19	1.10	0.93	1.55	1.15	0.98	0.74
	%	44	22 (66)	19 (85)	31	23 (54)	20 (74)	14 (88)
B 十 日 町 橋	λ	2.08	1.35	0.97	1.87	1.40	0.82	0.54
	%	42	27 (69)	19 (88)	37	17 (65)	17 (82)	11 (93)
C 魚 沼 橋	λ	2.26	1.15	0.98	1.36	1.23	1.06	0.84
	%	45	23 (68)	20 (88)	27	25 (52)	21 (73)	17 (90)
D 旭 橋	λ	2.15	1.19	0.96	1.32	1.25	1.06	0.76
	%	43	24 (67)	19 (86)	26	26 (52)	21 (73)	15 (88)
E 長 生 橋	λ	2.32	1.09	0.97	1.44	1.22	1.15	0.68
	%	46	22 (68)	20 (88)	29	24 (53)	23 (76)	14 (90)
F 与 板 橋	λ	2.27	1.05	0.88	1.36	1.22	0.95	0.83
	%	46	21 (67)	17 (84)	27	25 (52)	19 (71)	16 (87)
G 瑞 雲 橋	λ	2.25	1.24	0.95	1.42	1.28	1.06	0.76
	%	45	25 (70)	19 (89)	28	26 (54)	19 (75)	15 (90)
H 庄 瀬 橋	λ	2.45	1.28	0.89	1.61	1.16	1.12	0.79
	%	49	26 (75)	17 (92)	32	23 (55)	23 (78)	16 (94)
I 帝 石 橋	λ	2.27	1.41	0.84	1.59	1.21	0.97	0.85
	%	45	29 (74)	16 (90)	32	24 (56)	19 (75)	17 (92)
J 万 代 橋	λ	1.90	1.26	0.98	1.45	1.18	0.92	0.75
	%	38	25 (63)	20 (83)	29	24 (53)	18 (71)	15 (86)
Total	λ	1.96	1.23	1.00	1.56	1.11	0.94	0.60
	%	39	25 (64)	20 (84)	31	22 (53)	19 (72)	16 (88)

5 固有ベクトル

主成分固有ベクトルを第5表および第6表に示した。原系列についてみると第1主成分ではG地点を除き水温とDOが、第2主成分ではpHとSSが、第3主成分ではH・I両

地点を除いて BOD が高い値となっている。修正系列では水温が第 2 主成分以下となり、第 1 主成分では全体的に BOD・SS などが高い値を示し、季節変動を取除いた効果が現われている。

以後の解析には修正系列のみを用いた。

第 5 表 主成分の固有ベクトル（原系列）

地 点	主成分	水 温	pH	DO	BOD	SS
A 大 関 橋	1	0.60	-0.17	-0.61	-0.36	0.33
	2	0.30	0.79	-0.13	-0.11	-0.51
	3	0.11	0.38	-0.16	0.74	0.52
B 十 日 町 橋	1	0.61	0.08	-0.65	0.28	0.35
	2	0.28	0.77	0.07	0.06	-0.57
	3	-0.30	0.17	0.24	0.89	0.20
C 魚 沼 橋	1	0.63	0.38	-0.63	0.11	0.23
	2	-0.10	0.56	0.12	0.54	-0.60
	3	-0.18	-0.17	0.06	0.77	0.58
D 旭 橋	1	0.65	0.24	-0.65	0.20	0.26
	2	0.10	0.57	-0.09	-0.44	-0.68
	3	-0.17	0.54	0.22	0.78	-0.11
E 長 生 橋	1	0.60	0.34	-0.58	0.35	0.26
	2	-0.05	-0.64	-0.09	0.01	0.76
	3	-0.32	0.29	0.41	0.76	0.25
F 与 板 橋	1	0.61	0.37	-0.62	0.29	0.13
	2	0.08	-0.46	0.00	0.02	0.88
	3	-0.20	-0.06	0.21	0.95	-0.03
G 瑞 雲 橋	1	0.62	0.31	-0.06	0.35	0.91
	2	0.08	-0.67	-0.16	-0.18	0.70
	3	-0.31	0.13	0.34	0.76	0.44
H 庄 瀬 橋	1	0.58	0.39	-0.53	0.46	0.14
	2	-0.16	0.61	0.29	0.23	-0.68
	3	-0.32	0.15	0.43	0.58	0.59
I 帝 石 橋	1	0.60	0.35	-0.55	0.43	0.18
	2	-0.19	0.62	0.33	0.41	-0.55
	3	-0.30	0.07	0.34	0.49	0.74
J 万 代 橋	1	0.68	0.24	-0.66	-0.04	0.23
	2	0.10	0.68	0.10	-0.28	-0.66
	3	0.05	0.27	0.04	0.95	-0.11
Total	1	0.67	0.13	-0.67	0.08	0.28
	2	0.16	0.76	0.04	-0.02	-0.63
	3	-0.08	0.08	0.08	0.99	0.05

第6表 主成分の固有ベクトル(修正系列)

地 点	主成分	水 温	pH	DO	BOD	SS
A 大 関 橋	1	0.38	0.58	0.58	0.18	-0.39
	2	0.48	0.34	-0.35	0.38	0.62
	3	-0.49	-0.03	-0.01	0.86	-0.14
	4	-0.57	0.45	0.36	-0.22	0.54
B 十 日 町 橋	1	0.15	0.55	0.59	-0.18	-0.54
	2	-0.61	-0.36	0.14	-0.67	-0.15
	3	-0.64	0.30	0.40	0.41	0.42
	4	0.41	0.02	0.38	-0.46	0.69
C 魚 沼 橋	1	0.50	0.67	-0.33	0.22	-0.37
	2	-0.30	0.03	-0.41	0.73	0.46
	3	-0.56	0.35	0.55	0.32	-0.41
	4	0.37	0.34	0.59	0.07	0.63
D 旭 橋	1	0.62	0.15	-0.65	0.21	0.36
	2	-0.24	-0.16	0.29	0.66	0.62
	3	-0.21	0.89	0.00	0.34	-0.21
	4	0.64	-0.10	0.48	0.40	-0.43
E 長 生 橋	1	-0.19	0.06	-0.10	0.70	0.68
	2	-0.05	-0.74	-0.60	-0.23	0.20
	3	-0.79	-0.34	0.50	-0.08	-0.05
	4	0.53	-0.38	0.61	-0.14	0.42
F 与 板 橋	1	-0.12	-0.55	0.69	-0.25	0.39
	2	-0.46	0.21	-0.02	0.62	0.59
	3	0.83	-0.23	0.02	0.45	0.25
	4	0.30	0.73	0.27	-0.39	0.39
G 瑞 雲 橋	1	0.34	0.56	-0.39	0.62	0.17
	2	0.18	0.51	0.38	-0.11	-0.74
	3	-0.71	0.18	0.46	0.49	0.11
	4	0.57	-0.11	0.70	0.12	0.40
H 庄 瀬 橋	1	0.20	0.72	0.23	0.54	-0.30
	2	-0.52	-0.05	0.28	0.49	0.64
	3	-0.51	-0.01	0.65	-0.33	-0.45
	4	0.64	-0.13	0.66	-0.15	0.34
I 帝 石 橋	1	0.00	0.67	0.38	0.56	-0.31
	2	-0.43	-0.14	0.37	-0.45	-0.67
	3	0.89	0.07	0.12	-0.33	-0.30
	4	0.09	-0.35	0.83	0.09	0.42
J 万 代 橋	1	-0.21	0.54	0.46	-0.25	-0.63
	2	0.68	0.22	0.35	0.61	-0.03
	3	0.37	-0.51	0.55	-0.54	0.06
	4	-0.60	-0.24	0.58	0.43	0.24
Total	1	0.11	0.62	0.56	-0.14	-0.53
	2	0.71	0.23	-0.20	0.64	0.04
	3	-0.59	0.15	0.32	0.69	0.21
	4	0.28	0.11	0.49	-0.24	0.78

第7表 因子負荷量(修正系列)

地 点	主成分	水 温	pH	DO	BOD	SS
A 大 関 橋	1	0.48	0.72	0.72	0.22	-0.49
	2	0.52	0.37	-0.38	0.41	0.66
	3	-0.48	-0.03	-0.01	0.85	-0.14
	4	-0.49	0.38	0.31	-0.19	0.46
B 十 日 町 橋	1	0.20	0.76	0.80	-0.25	-0.74
	2	-0.73	-0.42	0.16	-0.80	-0.18
	3	-0.57	0.27	0.36	0.37	0.38
	4	0.30	0.01	0.28	-0.34	0.51
C 魚 沼 橋	1	0.58	-0.78	-0.39	0.26	-0.44
	2	-0.33	0.03	-0.45	0.81	0.51
	3	-0.57	0.37	0.56	0.33	-0.42
	4	0.34	0.31	0.54	0.07	0.57
D 旭 橋	1	0.71	0.18	-0.74	0.25	0.41
	2	-0.27	-0.18	0.33	0.74	0.70
	3	-0.22	0.92	0.00	0.35	-0.22
	4	0.56	-0.09	0.42	0.35	-0.38
E 長 生 橋	1	-0.23	0.07	0.12	0.84	0.82
	2	-0.05	-0.82	-0.67	-0.25	0.22
	3	-0.85	0.37	0.53	-0.08	-0.05
	4	0.44	-0.31	0.51	-0.12	0.35
F 与 板 橋	1	-0.13	-0.64	0.80	-0.29	0.45
	2	-0.51	0.23	-0.02	0.69	0.65
	3	0.80	-0.22	-0.02	0.44	0.25
	4	0.27	0.67	0.25	-0.35	0.35
G 瑞 雲 橋	1	0.41	0.67	-0.47	0.74	0.20
	2	0.21	0.57	0.43	-0.13	-0.84
	3	-0.73	0.18	0.48	0.51	0.11
	4	0.50	-0.10	0.61	0.10	0.35
H 庄 瀬 橋	1	0.25	0.92	0.29	0.69	-0.39
	2	-0.56	-0.05	0.30	0.53	0.69
	3	-0.55	-0.01	0.69	-0.35	-0.48
	4	0.57	-0.11	0.58	-0.13	0.30
I 帝 石 橋	1	0.00	0.84	0.48	0.71	-0.39
	2	-0.47	-0.16	0.41	-0.50	-0.74
	3	0.87	0.07	0.21	-0.32	-0.29
	4	0.08	-0.33	0.76	0.08	0.39
J 万 代 橋	1	-0.25	0.65	0.55	-0.31	-0.76
	2	0.73	0.24	0.38	0.66	-0.03
	3	0.36	-0.49	0.53	-0.52	0.06
	4	-0.52	-0.21	0.50	0.38	0.21
Total	1	0.14	0.77	0.70	-0.18	-0.66
	2	0.75	0.24	-0.21	0.67	0.04
	3	-0.57	0.14	0.31	0.67	0.20
	4	0.25	0.10	0.44	-0.22	0.69

第8表 回転後の因子負荷量 (修正系列)

地 点	F 因子	水 温	pH	DO	BOD	SS
A 大 関 橋	1	0.13	0.98	0.14	0.07	-0.02
	2	0.01	-0.02	-0.16	0.00	0.99
	3	0.01	0.08	0.00	0.99	0.00
	4	-0.99	-0.14	-0.04	-0.01	-0.01
B 十 日 町 橋	1	-0.03	0.26	0.94	-0.10	-0.17
	2	-0.98	-0.14	0.04	-0.12	0.05
	3	-0.05	-0.16	-0.17	0.14	0.96
	4	-0.12	-0.10	0.11	-0.97	-0.15
C 魚 沼 橋	1	0.11	0.98	-0.01	0.11	-0.11
	2	-0.08	0.11	0.09	0.98	0.06
	3	-0.99	-0.11	0.08	0.08	0.02
	4	-0.02	-0.11	-0.01	0.06	0.99
D 旭 橋	1	0.14	0.06	-0.99	-0.03	0.04
	2	-0.08	0.05	0.03	0.99	0.14
	3	-0.99	0.99	-0.06	0.05	-0.06
	4	-0.02	0.00	-0.15	0.00	0.02
E 長 生 橋	1	-0.03	-0.05	-0.06	0.21	0.97
	2	-0.08	-0.99	-0.08	-0.11	0.05
	3	-0.99	-0.01	0.08	0.05	0.03
	4	-0.08	0.09	0.99	0.00	-0.06
F 与 板 橋	1	-0.02	-0.12	0.98	-0.08	0.10
	2	-0.02	0.04	-0.08	0.99	0.08
	3	0.99	-0.01	-0.02	-0.03	-0.05
	4	-0.01	0.99	-0.12	0.04	-0.02
G 瑞 雲 橋	1	0.08	0.97	-0.01	0.18	-0.12
	2	0.01	0.12	0.09	-0.12	-0.98
	3	-0.99	-0.08	0.08	0.01	0.02
	4	-0.08	-0.01	0.99	-0.05	-0.09
H 庄 瀬 橋	1	0.00	0.29	0.02	0.96	0.09
	2	-0.03	-0.20	-0.03	0.10	0.98
	3	-0.99	-0.10	0.07	0.00	0.03
	4	-0.07	0.09	0.99	0.02	-0.03
I 帝 石 橋	1	-0.01	0.20	0.06	0.96	0.08
	2	-0.05	0.15	0.10	-0.08	-0.98
	3	0.99	0.05	-0.02	-0.01	0.05
	4	-0.02	0.06	0.99	0.07	-0.11
J 万 代 橋	1	-0.02	0.99	0.07	0.02	-0.13
	2	0.09	0.22	-0.02	0.99	0.06
	3	0.04	0.07	0.99	-0.02	-0.10
	4	-0.99	0.02	-0.04	-0.09	-0.04
Total	1	-0.03	0.17	0.98	-0.04	-0.08
	2	0.99	0.07	-0.03	0.03	-0.02
	3	0.03	0.02	-0.04	0.99	0.05
	4	-0.02	-0.14	-0.08	0.05	0.99

6 因子負荷量

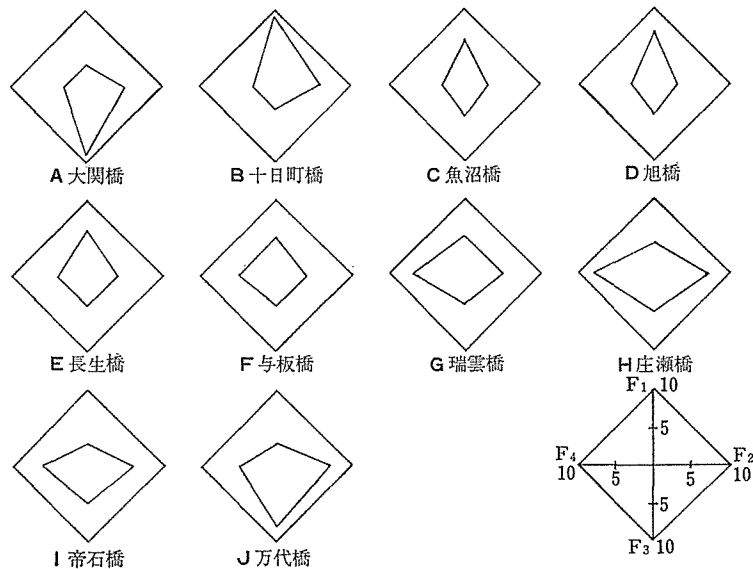
修正系列について因子負荷量を求め第7表に示した。また主成分を軸とした投影座標を求め(図は省略)、これにより各変量の分類を行った。その結果B—E地点ではBODとSSがまたB・E・Iの3地点でpHとDOが1群を形成していることが分った。TotalにおいてはBODとSS, pHとDOの2群の形成が見られた。

さらに各因子の性格を明確にするために、規準バリマックス法により回転を施してその結果を第8表に示した。これによるとF因子は全地点ともそれぞれほぼ1つの変量に収束した。

7 因子評点

修正系列のTotalに対する回転後の因子負荷量を用いて因子得点を計算した。ただし因子負荷量が0.2未満の変量は省略し、代入する各地点の変量の値としては各々の7か年間平均値をTotalの平均値と標準偏差を用いて(0, 1)に規準化したものを用いた。

- 第1因子得点=0.98×(DO) DO得点
- 第2因子得点=0.99×(水温) 温度得点
- 第3因子得点=0.99×(BOD) 有機汚濁得点
- 第4因子得点=0.99×(SS) SS得点



第2図 F因子評点四角形パターン

この各地点に対する因子得点を(0, 1)に規準化し、さらに-3.0~+3.0の区間を11等分して0~10の因子評点を求め、第2図に四角形パターンとして図示した。

これによると信濃川本流における各地点の特性が明瞭に図示されたことになる。第1因子

評点で示される DO は上・中流の B~F 地点は高いが、A 地点と下流の G~J 地点では低く、第2因子評点で示される水温は全体的にあまり大きな差はなく、第3因子評点で示される BOD は A・J 地点が著しく高く、第4因子評点で示される SS は上流部で低く、下流部で高くなっている。

以上により信濃川水質測定地点を次のように分類した。

a) 水質が比較的良好で清澄な地点

B (十日町橋), C (魚沼橋), D (旭橋), E (長生橋), F (与板橋)

b) 浮遊物質が多い地点

G (瑞雲橋), H (庄瀬橋), I (帝石橋)

c) 有機汚濁が進行している地点

A (大関橋), J (万代橋)

上記の如く信濃川水質の相当部分を説明出来たが、COD を変量として加えることが出来なかったため有機汚濁指標を BOD, SS に頼り過ぎた面もあった。

V 要 約

信濃川の水質特性および変動を明かにするために、時系列分析・相関分析・主成分分析および因子分析を行った。数値には長野県・新潟県が公表した公共用水域水質調査結果の昭和48~54年度分を使用し、変量としては水温・pH・DO・BOD・SS を取上げた。解析の結果の概要は次の如くである。

1) 時系列分析により認められた水温および DO による12か月周期の季節変動を除去するために対移動平均法により季節指数を求め、これで原測定値(原系列)を割って修正値(修正系列)を求めた。この修正系列について連検定を行って全測定地点で季節変動がほぼ取除かれたことを確認した。

2) 相関分析によると、季節変動を除去することにより2変量間への他の変量の影響は減少し、修正系列では各変量間の相関係数と偏相関係数はほぼ同じ値を示すことが判明した。

3) 主成分分析によると、第1主成分の固有値、寄与率ともに季節変動を取除くことにより減少し、修正系列では累積寄与率を80%以上にするには第4主成分までを必要とした。

固有ベクトルについては、原系列では第1主成分では水温と DO が、第2主成分では pH と SS が、第3主成分では BOD が高い値を示した。修正系列では水温は第2主成分以下となり、第1主成分で BOD と SS が高い値を示し、季節変動を取除いた効果が明白となった。

4) 修正系列について因子負荷量を求め、主成分を軸として投影することにより、中流4地点では BOD と SS が一群を形成していることが分った。規準バリマックス法により回転を施した結果、各因子の性格は一層明確となり、第1因子は DO、第2因子は水温、第3因子は有機汚濁、第4因子は SS の指標となることが判明した。

5) 因子評点による四角形パターンによると、信濃川本流の測点地点は最上流・最下流の有機汚濁の進行している地点、上流~中流の水質が比較的良好で清澄な地点、中流~下流の

浮遊物質の多い地点の3群に分類することが出来た。

参 考 文 献

- 1) 中路 勉他，信州大学農学部紀要，16(2)，79～92（'79）
- 2) 中路 勉他，信州大学農学部紀要，17(1)，90～99（'80）
- 3) 中路 勉他，信州大学農学部紀要，18(1)，110～119（'81）
- 4) 中路 勉他，信州大学農学部紀要，19(1)，67～79（'82）
- 5) 長野県，公共用水域水質測定結果（昭和48～54年度）
- 6) 新潟県，公共用水域水質測定結果（昭和48～54年度）
- 7) 港 和行，信州大学大学院修士論文（'81）

Statistical Studies of River Water quality (4)
Application of Multivariate Data Analysis for Water Qualities of Shinano River

**By Tsutomu NAKAJI, Kazuyuki MINATO, Yoshinari TAKAKURA,
Miyako FUJIWARA and Ryozo IRIYE**

Laboratory of Environmental Conservation Chemistry,
Fac. Agric., Shinshu Univ.

Summary

We tried to explain the characteristics of the water quality and its variation in Shinano River by the use of time series analysis, correlation analysis, principal component analysis and factor analysis. The values obtained from the survey of the water quality of the public water area in Nagano and Niigata prefecture from 1973 to 1979 were used. As the variables, water temperature, pH, DO, BOD and SS were employed. The results were summarized as follows:

1. To remove the seasonal variation in water temperature and DO, which showed a twelve month-cycle in time series analysis, the revised values (revised series) were calculated, by dividing the original values from the survey (original series) by the seasonal index, which was obtained by transfer mean method. It was recognized that the seasonal variation was removed at all measuring places on the run test of the revised series.

2. By the use of the correlation analysis, effects of the variables on the other variables was reduced by removing the seasonal variation. In the revised series, correlation coefficients of individual variables were close to partial correlation coefficients of these variables.

3. By the use of the principal component analysis, both the eigen value and the ratio of contribution of the first principal component were reduced by removing the seasonal variation. The revised series required the fourth principal component to obtain the cumulative contribution above 80%.

On the eigen vector in the original series, water temperature and DO showed the high value in the first principal component, pH and SS in the second principal component and BOD in the third principal component. Since, in the revised series, water temperature was under the second principal component, and BOD and SS showed high value in the first principal component, the effect of the removal of the seasonal variation was clear.

4. On the revised series, the factor loading calculated was projected along

the axis of the principal components. These projections showed that BOD and SS were in a group at every four places of the midstream. By the rotation by the standard varimax method, the character of every factor became clearer. It became clear that the first factor was the index of DO, the second was of water temperature, the third was of the organic corruption and the fourth was of SS.

5. From the square pattern with the factor examination marks, places of measurement of the main stream of Shinano river could be classified into three groups: the upper and the lower stream where the organic corruption increased, the midstream where the water quality was good and clear, and the middle to lower stream where SS was main factor.