

先史時代水田の区画規模決定要因に関する検討

藤原宏志¹⁾・佐々木章²⁾・俣野敏子³⁾

1. はじめに

最近各地で先史時代の水田址が発掘されている。これら水田遺構の区画規模をみると 20 m² 前後のものが多く、登呂遺跡や大中ノ湖南遺跡の調査例をもとに考えられていた区画規模(1000 m²~2000 m²)に較べると著しく小さい。この点についてはすでにいくつかの検討例(都出:1983, 藤原:1987, 高谷・工藤:1988)がある。

一般に、水田区画の規模を決定する要因としては自然条件(主として基盤勾配)、社会条件(土地の所有・管理制度)と技術的条件が考えられる。

社会条件については歴史時代以降の文献をもとに多くの論考(金田:1985, 新沢・小出:1963)があることは周知のとおりである。先史時代にあっても、水田区画規模にかかわる社会条件がないとはいえないが、文献のない時代でもあり、それを論証するには余りにも根拠が少ないのが現状であろう。

ここでは、社会条件には触れず、自然条件と技術的条件を中心に区画規模決定要因について新しい視点で検討することにした。本報の構成は次のとおりである。初めに、筆者等がプラント・オパール分析により調査に参画した水田遺跡の中から比較的水田遺構が明瞭な調査例を数例引用し水田区画規模の状況について検討する。次に、1986, 1987年に行った西アジア乾燥地帯における水田、畑の調査事例を紹介し、圃場区画規模検討の参考に供したい。

最後に、技術的条件を作業効率要因と水管理要因に分け論理的検討を加えることにしたい。

2. 先史時代の水田区画規模

1980年代に入り水田遺跡の調査例は飛躍的に増加した。すでに調査報告書が刊行された遺跡だけでも、優に100例を越えている。これらの中で、筆者等がプラント・オパール分析により参画した水田遺跡調査例は50例をおおきく上回っている。

本報では筆者等が参画した調査例の中から、すでに報告書が刊行されている青森・垂柳遺跡^{たれやなぎ}など五遺跡を選び検討の対象にした。これらの遺跡は弥生時代~古墳時代に属し、かつ各遺跡における水田遺構面積が広く、それぞれ日本列島の南北に分布しており当時の水田様式を全体的に把握するのに好

-
- 1) 宮崎大学農学部: 889-21 宮崎市学園木花台西1の1
 - 2) 大分短期大学: 870-91 大分市千代町3-3-8
 - 3) 信州大学農学部: 399-45 長野県上伊那郡南箕輪村8304

表 1. 遺跡の概要
Table 1. Outline of sites investigated.

遺跡名	水田遺跡時代	所在地	調査年	調査者
垂柳遺跡 <small>たれやなぎ</small>	弥生時代	青森県南津軽郡田舎館村 大字垂柳字大面20他	1982—1983	垂柳遺跡 発掘調査会
同道遺跡 <small>どうどう</small>	古墳時代	群馬県群馬郡群馬町 大字井出字同道 800	1978—1979	群馬県埋蔵文化財 調査事業団
淡路・志知川 沖田南遺跡 <small>しちがわ</small>	弥生—古墳時代	兵庫県三原郡 西淡町伊加利	1978—1982	兵庫県教育委員会
目久美遺跡 <small>めくみ</small>	弥生時代	鳥取県米子市 目久美町 258	1982—1984	米子市教育委員会 (加茂川改良工事関係埋蔵 文化財発掘調査団)
田村遺跡群 <small>たむら</small>	弥生時代	高知県南国市田村桑ノ本	1980—1983	高知県教育委員会

都合である。

(1) 遺跡の概要

本報で引用した五遺跡の概要を表 1 に示した。それぞれ報告書（青森県教委：1986，群馬県埋文事業団：1983，兵庫県教委：1987，米子市教委：1986，高知県教委：1986）が刊行されているので詳細についてはそれらを参照されたい。

(2) 先史時代の水田区画規模

5 遺跡の調査報告書に記載されている水田遺構に関するデータをもとに，区画枚数，平均区画面積，水田基盤平均勾配を求め表 2 にしめた。

ただし，ここでは歴史時代の水田遺構や主要な水田遺構群から距離的に離れて存在する一部の水田遺構については割愛した。

また，水田基盤平均勾配は水田面の標高から算出したものであり，水田が立地する地形の傾斜度合を示すものである。

表 2 に示すとおり，水田の区画規模には遺跡の時代，遺跡の立地する緯度による法則性は認められない。また，基盤平均勾配をみても同値が 1% 以下の垂柳遺跡における平均区画面積が 10 m² 以下であるのに対し，同値が 2% 以上の目久美遺跡における平均区画面積が 30 m² 以上になっており，「基盤勾配が大きくなれば区画規模は小さくなる」とする仮説が必ずしも充たされていないことを示している。

(3) 区画規模と基盤勾配

水田稲作技術は水の安定供給，低温障害の回避，雑草の抑制，肥料分の供給，有害物質の流去などの効果があり優れた農法である。比較的緯度の高いモンスーン地帯である日本列島で安定した稲作を可能にし得たのはこの農法が伝播・普及したことに負うところが大きい。しかし，水田稲作技術にも

表2. 五遺跡における水田区画規模
Table 2. Size of ancient paddy fields in five sites.

遺跡名	検出区画数 (n)	平均区画面積 (m ²)	S・D	C・V (%)	基盤平均勾配 (%)
目久美(第I水田)	16	35.30	18.50	52.8	2.27
垂柳 (IV区)	78	9.05	3.17	35.0	0.33
(VII区)	84	4.41	1.14	25.9	0.44
同道 (I期)	193	30.43	17.26	56.7	1.3
(II期)	295	2.95	0.72	24.4	1.2
(III期)	1292	3.25	0.80	24.7	1.2
田村 (I期)	244	13.01	11.12	85.4	1.1
志知川・沖田南					
(上層)	137	42.10	29.62	70.4	0.6
(下層)	44	37.77	26.22	69.4	0.6

いくつかの問題があり、そのもっとも大きなものは水管理である。

総ての植物は呼吸しており、何らかの形で O₂ を吸収する必要がある。イネ (日本型栽培イネ *Oryza sativa, Japonica*) は植物体中に特殊な通気組織を持ち、葉部が大気に出ているかぎり大気を根部まで送ることができる。ところが深水などにより、葉部まで完全に水没すると、大気を摂取できなくなるため、約48時間で O₂ 不足により枯死することが知られている。

このため、水田の水深はイネが水没しない範囲の深さでなければならない。一般に稚苗時のイネの草高を考慮し、水田の水深は 10 cm を限度とするのが通例である。(アジアのデルタ地帯で見られる「浮きイネ」は水深の増加に対応して節間が伸長する特殊性質を備えた型のイネである。日本のイネにはこの性質はない)。したがって、水田一区画内の標高差は 10 cm 以下でなければならない。水田の基盤勾配が大きい場合は土を動かし上述の範囲内に均平化する必要が生じる。均平作業を行うためには土を移動せねばならず、機械力や畜力のない時代にあっては大変な作業であったことは想像に難くなかろう。基盤勾配と区画規模が反比例の関係にあるとする考え方は上述の理由によるものである。図1は水深を 10 cm に抑え、均平作業を行わずに水田造成ができる基盤勾配の目安を示したものである。

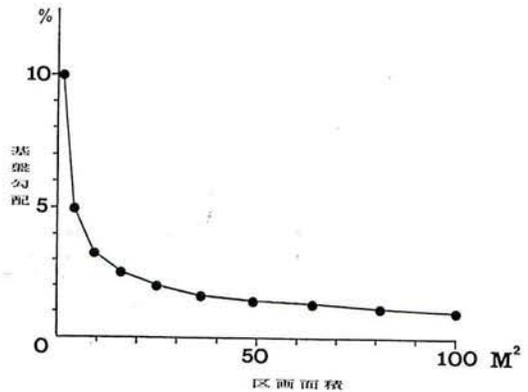


図1. 基盤勾配と区画面積の関係
Fig. 1. Relation between the gradient of ground and the size of fields.

ただし、ここでは水田区画の形を正方形とし、等高線に沿って配置される水田モデルを想定している。図1でわかるように、基盤平均勾配が1%以下であれば100m²区画の水田を造成することができることを示している。もちろん100m²という面積になれば基盤勾配とは別に微小な起伏があり、それにとまなう均平作業が必要であろう。ここでは、基盤勾配と区画面積の関係だけを取り出して検討することにした。

すでに前項で指摘したとおり、先史時代の水田遺構における基盤勾配と区画面積の間には反比例関係が認められない。このことは、先史時代の水田区画決定要因を基盤勾配以外に求めなければならないことを示している。

(4) 区画規模と畦畔面積率

水田は畦畔で区画される。畦畔上面にダイズなどを作付ける場合もあるが、一般に畦畔面は作道として利用され(巾:30cm以上の場合)生産面にはなり得ない。したがって、区画規模が小さくなれば相対的に畦畔面積率が増加する。その様子を図2に示した。

3m²前後の小区画水田では水田域に占める畦畔面積の割合は20%を超えることになり、土地利用効率から考えれば、区画を小さくすることは極めて不利である。

人口圧の低い先史時代にあっては土地資源に余裕があり、現在ほど大きな問題ではなかったであろうが、それでも土地利用効率を犠牲にしていることは事実である。小区画圃場には、その犠牲を補なう利点が他にあると考えなければならない。

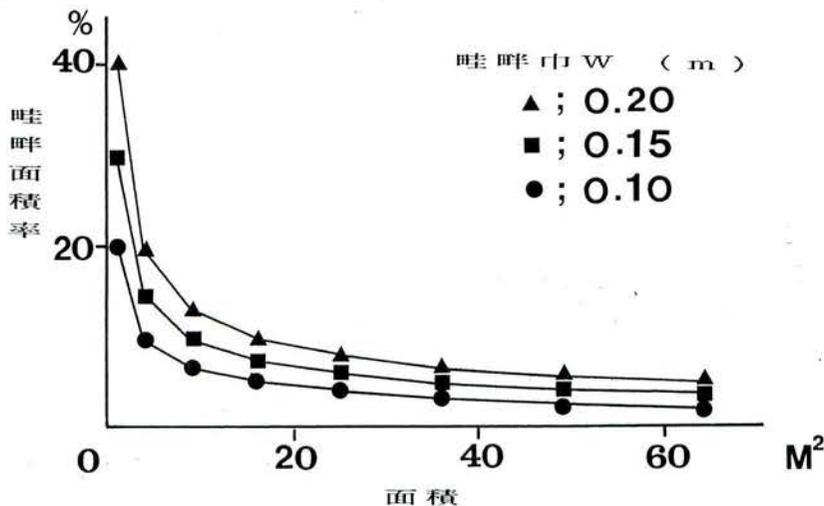


図2. 圃場面積と畦畔面積率の関係

Fig. 2. Relation between the area of fields and the area percentage of the footpath.

3. 西アジアにおける小区画圃場と水管理

パキスタン (Pakistan) は西のバルチスタン (Balchistan) 高原と東のデカン (Decan) 高原に挟まれたインダス (Indus) 河流域に位置する。東北部のパンジャブ (Punjab) 地方、スワット (Swatt) 地方は東南部から舌状に張り出したモンスーン域の西北端にあたり夏雨地帯と冬雨地帯の境界部である。パキスタンの残りの地域は一部冬雨地帯があるものの年間降水量 500 mm 以下の乾燥地帯である。

インダス河はヒマラヤ山脈の融雪水を水源にしパキスタンを縦断している。インダス文明は約4500年前この流域でインダス河の水を利用して栄えた農耕文化である。

筆者等は 1987~88 年文部省科学研究費補助金 (海外学術調査) 「東アジア農耕文化の南および西アジアとの関連に関する総合的調査研究」の一環としてパキスタンの農耕および農耕遺残について調査研究する機会を得た。パキスタン全域の灌漑様式やインダス文化およびそれ以前の農耕様式に関する問題は極めて興味深いところであるがそれらの詳細についてはそれぞれ別報することにし、ここでは圃場区画とその水管理に視点を置き、次の二事例を紹介することにしたい。

(1) タキシラ (Taxila) 近傍の小区画圃場と水管理

仏教遺跡で有名なタキシラの近傍は標高：300~600 m、年間降水量：250~500 mm の畑作地帯である。主な穀類は冬作のムギ類、夏作のモロコシ、トウジンビエ、トウモロコシである。

この辺りは首都イスラマバード (Islamabad) や古都ラウル・ピンディ (Rawal Pindi) に近く野菜の生産も盛んである。

畑の灌漑は井戸灌漑が多く原動機を使った井戸が年々増えているが伝統的な牛馬を使うペルシャ井戸 (Persian Well) も散見される。

ここで紹介する事例はタキシラの西南約 15 km に位置するジャン (Jhung) 村におけるペルシャ井戸灌漑による畑作である。

ペルシャ井戸は目かくしをした牛馬に円運動をさせ、その力を利用して水を汲み上げる井戸のことを指す。この農場で使われているのは馬で直径：3 m、深さ：約 5.4 m の井戸から約 110 l/min の水を汲み上げている。

図 3 に、この農場の見取り図を示した。約 1 ha の圃場に10種類

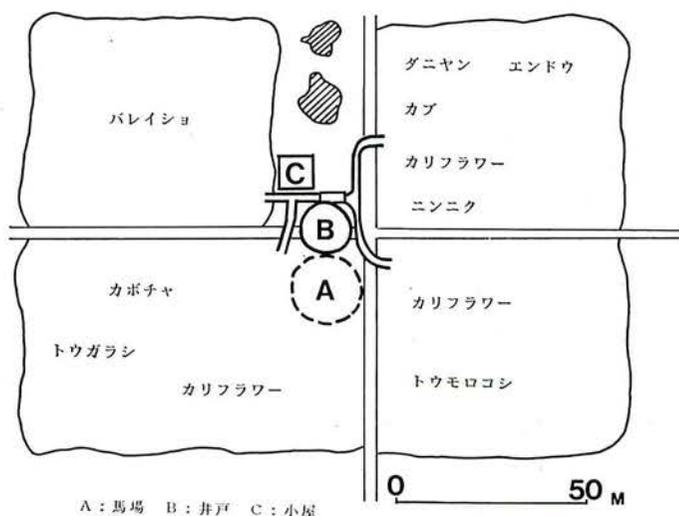


図 3. PERSIAN WELL による畑灌漑 (JHUNG, PAKISTAN 1987)

Fig. 3. Field irrigation with persian well in Jhung, Pakistan.

の作物が作付けられている。井戸から汲み上げられた水を四方の畑へ効率よく配水し野菜類を栽培する典型的な都市近郊農家である。

四大区画に分割された圃場は作物の特性に応じさらに小区画の圃場へ分割される。図4に示したのはニンニク畑の区画図である。巾約 40 cm の水路から導かれた水は両側に並列する約 5 m² の小区画圃場へ入れられる。この小区画圃場を形成する畔は巾：約 20 cm，高さ：約 10 cm で区画のなかにニンニクの幼苗が植え付けられている。場所によっては畔の上にカリフラワーの種子が播かれ苗床として利用されている場合も見られた。

小区画圃場の水深は約 5 cm で小水路と区画水口の土堰を人力で開閉し小区画内へ導水する。

前述のとおり、この地域は半乾燥地帯に属し、土壌は乾燥しており地下水位も低い。数分の導水で小区画内の水深は約 5 cm に達する。約 5 cm の水深になると水口は閉じられ、小水路流水は次の小区画圃場へ廻される。小区画内の水は10分前後で鉛直浸透し表面水はなくなる。表面水がなくなった後、土壌断面を観察すると表面から約 8 cm 深まで浸潤前線が進んでいた。

こうした状況を見ると、この圃場の浸透能が極めて高いことがわかる。したがって、大きな区画にすると小水路から導かれる水量では鉛直方向へ浸透する水量が多いため区画内を湛水状態にするのは困難になる。

圃場が 5 m² 前後の小面積の区画にされているのは大区画全体に水を配分するための工夫であることがわかる。

(2) スワット (Swatt) 川の河原稲作

パキスタンの北部に位置するサイドウ (Saidu) はスワット (Swatt) 地方の中心地である。この地方はモンスーン域の西北端にあたり比較的植生が豊かで水田稲作が営まれている。

平野が少なくインダス河支流スワット川兩岸の扇状地に水田が拓かれている。

ここで特に注目されたのはスワット川の川床を利用して作られた水田群である。川床であるため作土層は砂やレキが多く、極端な場合は田面全体が 5 cm 前後の小石で覆われている水田も見られた。この水田における水利用は川床の下を流れる伏流水と川から小水路で導かれる灌漑水の併用である。水田の区画は 15 m² (3m × 5m) 前後から 100 m² (10m × 10m) 前後の面積であり、水がかりの良い所は大きな区画であり悪くなるにつれて小区画に造成されている。

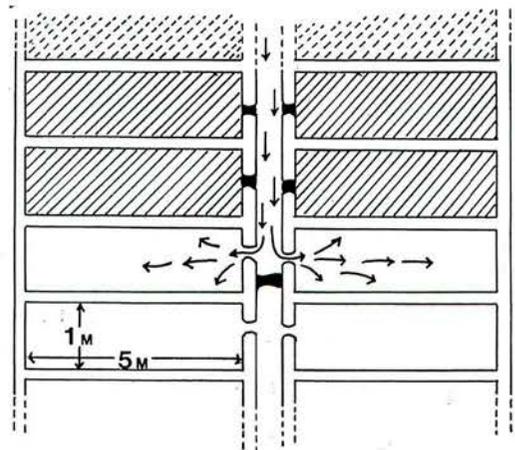


図4. 小区画畑灌溉における配水方式 (JHUNG, PAKISTAN 1988)

Fig. 4. Irrigation method in the small fields observed in Pakistan.

河原を利用している以上、川の増水があれば水田は水没ないし流失する危険を常にはらむ不安定な稲作である。しかし、サイドウ近辺だけでもおおよそ 700~1000 ha にわたり、この種の水田が拓かれており周辺住民のこれに対する依存度が無視出来ないものであることを示している。不安定さはあるものの、造成が比較的容易であり水の供給源に近いことを考えるとそれなりの合理性があり、このような地形のもとでは水田の始源的形態の一つとも見られる。

ここで紹介したのはジャンとスワットにおける二事例であるが、パキスタン全域の調査行で気付いたことは乾燥状態が進行するにしたがい圃場区画が小さくなるという傾向である。

4. 区画規模にかかわる栽培技術的要因

水田の区画規模に関係する栽培技術的要因としては作業手段と水管理が考えられる。それらについて少し詳しく検討することにした。

(1) 作業手段

弥生時代の農耕作業手段はいうまでもなく人力である。古墳時代の遺跡から牛足跡が検出されている例があり、この時代から作業手段として畜力が利用され始めたと考えられる。

その後1950年代までの間、畜力を中心にした作業が行われ、それ以降機械力中心の作業に移行した。こうした作業手段の変遷は当然圃場の区画規模に影響を及ぼす。ここでは耕うん作業を中心に作業手段と圃場区画の関係を検討することにした。

トラクタまたは耕うん機を用いて耕うん作業をする場合、耕うん作業機は本体の後部に付属されている。したがって、圃場の端まで作業を進めると本体を反転・回行させなければならない。反転・回行の間は耕うん作業ができないので、いわゆる「すき残し」部分が生じ再作業が必要となる。この部分を回行部(まくら地ともいう)と呼び圃場全体に対する面積率を耕うんロス率(回行面積率)と称している。耕うんロス率はトラクタ・耕うん機の回転半径に支配され、大型化するほど大きくなる。犁を使う牛耕の場合も回行を必要とし回転半径に相当する反転距離から耕うんロス率を求めることができる。

図5に正方形圃場における30馬力級トラクタ、5馬力級耕うん機および牛耕による耕うん作業の耕うんロス率を示した。鋤・鍬を用いる人力耕うんの場合は耕うんロス率を考慮する必要はほとんどない。

図にみられるように耕うんロス率は意外に大きく、10000 m² (1 ha) の圃場でも30馬力級トラクタの場合では10%近い値になる。もちろん、区画形は正方形とは限らず、むしろ長方形の場合が通例である。長辺と短辺の比が4:1であれば耕うんロス率は正方形の場合の1/2になる。正方形区画を前提に考えれば、牛耕の耕うんロス率が10%前後になるのは100 m² 前後の大きさである。すでに述べたとおり、遺跡から牛足跡が認められるようになるのは古墳時代以降であることを考えると同時代頃から100 m² 前後の区画が現れ始め奈良・平安時代に一般化するものと思われる。以上の検討にみられるとおり、人力作業に関する限り、作業手段は区画規模の決定要因にはならないことがわかる。

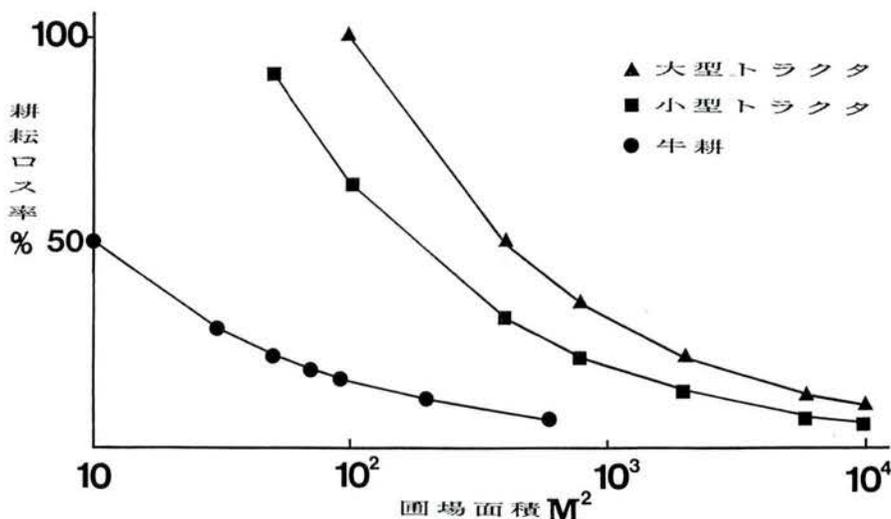


図5. 圃場面積と耕耘ロス率の関係

Fig. 5. Relation between the area of fields and the loss percentage on cultivation.

(2) 水管理

パキスタンの畑や水田における事例紹介でも述べたとおり、圃場区画の規模は水利条件と密接に関連している。

圃場（畑、水田）に水を導く場合、表面的には水平浸透しか見えないが実際には鉛直方向の浸透も同時に進行している。一方、圃場に導入された水のうち根群域より下層に浸透した水はそのまま地下水として流下する部分とその位置に留まるかあるいは再上昇して根群域にもどる部分に分けられる。

灌漑水の効率的利用の視点からみれば、根群域より下層へ浸透する水があることは好ましいことではない。前述のように一度根群域より下がった水が再上昇し利用される場合は必ずしも無駄ではないが、一応、給水量のうち根群域より下層に浸透した水量を損失浸透量として扱うのが通例（農林省構造改善局：1973）であり、給水量のうち根群域に留まった水量の割合を灌漑効率として表している。

図6に灌漑効率の模式図と関係式を掲げた。灌漑効率式の中で K , n , α , β はそれぞれ土壌条件に

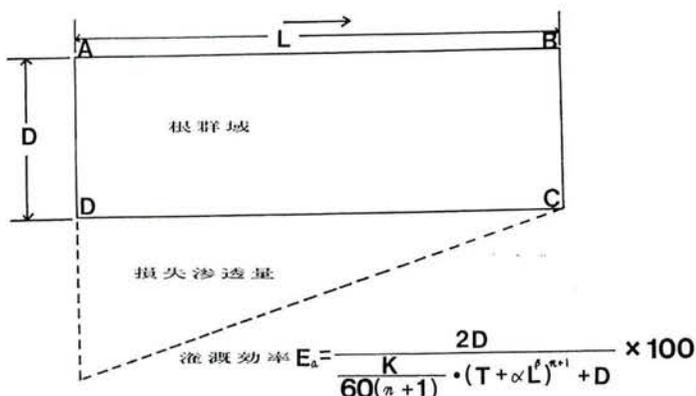


図6. 灌漑効率模式図

Fig. 6. Schematic figure of the irrigation efficiency.

L : A—B 間の距離 (m) K, n, α, β : 土性由来する定数
 D : 根圏深 (mm) T : 水が AD に到達する所要時間 (min)

より異なる係数である。同式をみてわかるように、土壌条件が決まれば、灌漑効率を高めるためにはLで表される圃場区画を小さくすることが望ましい。

灌漑水量が十分に豊富な場合は多少の損失浸透量があっても問題にならない。しかし、灌漑水量が少なく、かつ鉛直浸透量の大きい場合には出来るだけ小区画にするのが合理的であることがわかる。

5. 考 察

すでに述べたとおり、水田の区画規模を決定する要因として、社会条件、自然条件および技術的条件が考えられる。ここでは本報で扱った遺跡データをもとに、これらの条件について整理してみたい。

- (1) 本報で扱った資料は弥生時代および古墳時代のデータである。時代の違いは社会条件の一つであるが、ここに示した遺跡調査例に関する限り水田の区画規模と時代（弥生—古墳）の間にはとくに関係が認められない。しかし、より後代のデータを加えれば当然時代差が出てくるはずであり、とくに、古墳時代の後半期頃から牛耕にともなう 100 m^2 前後の区画が出現すると思われる。
- (2) 区画規模の地域差は主として自然条件に属するものであろうが、ここで扱った資料に関する限り認められない。ただし、より多くの事例について細かく検討すれば水田技術の伝播経路などとの関連で一定の傾向が認められる可能性もある。
- (3) 本報で示した基盤平均勾配は水田が立地する地形の傾斜度をおおまかに示す数値である。しかし、ここでも同値と区画規模の間には一定の関係が認められなかった。ただし、ここで扱った資料は平野部のデータが中心であり、谷地田のような例を検討すればおそらく何らかの関係が認められるであろう。
- (4) 技術的条件として二つの要因、すなわち作業手段と水管理について検討した。作業手段については牛馬耕が導入される段階では 100 m^2 前後の区画規模になることが耕うんロス率に関する検討結果から推量される。

したがって、本報で扱った遺跡例は何れも人力作業の段階だったと考えられる。

- (5) 技術的条件のもう一つの要因は水管理である。すでに検討したとおり、用水量が少ない場合、あるいは鉛直浸透量が多い場合は相対的に小さい区画の方が水の有効利用につながることを示した。このことを端的にしめしているのは同道遺跡の例である。同道遺跡のⅠ期水田の平均区画は約 30 m^2 である。これに対してⅡ期水田のそれは約 3 m^2 と極端に小さくなっている。Ⅰ期水田は4世紀の初頭、浅間山の噴出物（浅間Cバミス）で埋没放棄された水田である。Ⅱ期水田はその後同じ場所に造成された水田である。したがって、Ⅱ期水田の直下に浅間Cバミス層がある。バミスは極めて浸透量が多く、Ⅱ期水田はいわゆる「ザル田」であったと考えて良い。地下浸透により流出する水量が多くなれば、その対策として区画規模を小さくするのは極めて合理的な方法である。

なお、Ⅲ期水田もまたその直下にFP層（二ツ岳バミス層）がありⅡ期水田と同じ状況である。

6. ま と め

- (1) 最近発掘されている先史時代の水田址は小区画 (3~50 m²) のものが多い。水田の区画を決定する要因について、垂柳遺跡など五遺跡の調査事例をもとに栽培技術的立場から検討を加えた。
- (2) 西アジアの乾燥地帯にも小区画の畑や水田が営まれており、これらの区画形態は乾燥に対応する節水技術であることを示した。
- (3) 区画の規模が灌漑効率と密接に関連することを関係式を用いて説明した。とくに浸透能の高い圃場や用水量の少ない圃場では小区画にすることが灌漑効率を高めることになることを示した。
- (4) 灌漑効率の視点から見ると、3 m² 前後の小区画水田の意義もよく説明できる。

引 用 文 献

- 青森県教育委員会・垂柳遺跡発掘調査会 (1986) 垂柳遺跡発掘調査報告書。
- 金田章裕 (1985) 条里と村落の歴史地理学的研究。大明堂。
- 群馬県埋蔵文化財事業団 (1983) 同道遺跡。
- 高知県教育委員会 (1986) 田村遺跡群第3分冊。
- 新沢嘉芽統・小出進 (1963) 耕地の区画整理。岩波書店。
- 高谷好一・工楽善通 (1988) 古代稲作農耕の学際的研究。文部省科学研究費総合研究 (A) 研究成果報告書。
- 都出比呂志 (1983) 古代水田の二つの型, 展望アジアの考古学。新潮社: 384~410。
- 農林省構造改善局 (1973) 土地改良事業計画設計基準畑地カンガイ: 170~175。
- 兵庫県教育委員会 (1987) 淡路・志知川沖田南遺跡。
- 藤原宏志 (1987) プラント・オパール分析による弥生時代水田遺構の検討。東南アジア研究25-1: 140~150。
- 米子市教育委員会 (1986) 目久美遺跡。

A Study on the Factors in Determining the Size of the Prehistoric Paddy Fields

Hiroshi FUJIWARA, Akira SASAKI, and Toshiko MATANO

Most of the prehistoric paddy fields recently excavated in Japan are smaller in size than one has considered previously.

In the present paper, factors in determining the size are discussed in relation to the agricultural technique.

- 1 The data for the prehistoric paddy fields between several archaeological sites are compared and analyzed statistically.
- 2 There are so many small field in the dry zone of the west asia even in the present time. Such field type can be considered as an adaptation for the dry condition in the agricultural technique.
- 3 In the present paper, it is certified theoretically that there is a close relationship between the size of fields and the irrigation efficiency.
- 4 From the view point of the irrigation efficiency, the meaning of the small size fields is well explained.