

## わが国における田畑輪換の位置づけについて

吉 田 武 彦\*

Significance of Paddy-Upland Rotation in Japan

Takehiko YOSHIDA

National Institute of Agricultural Sciences

## I 日本農業における水田と畑

日本農業の著しい特徴の一つは、耕地が水田と畑にはっきり分かれていて、相互の転用がほとんどみられないことである。これほどまでに固定的な耕地分割は、輪作農業を主体とするヨーロッパ、アメリカはもちろん、稲作が農業の基幹をなす東南アジア諸国でも珍らしい。それにはわが国の自然立地条件がおおいに影響している。

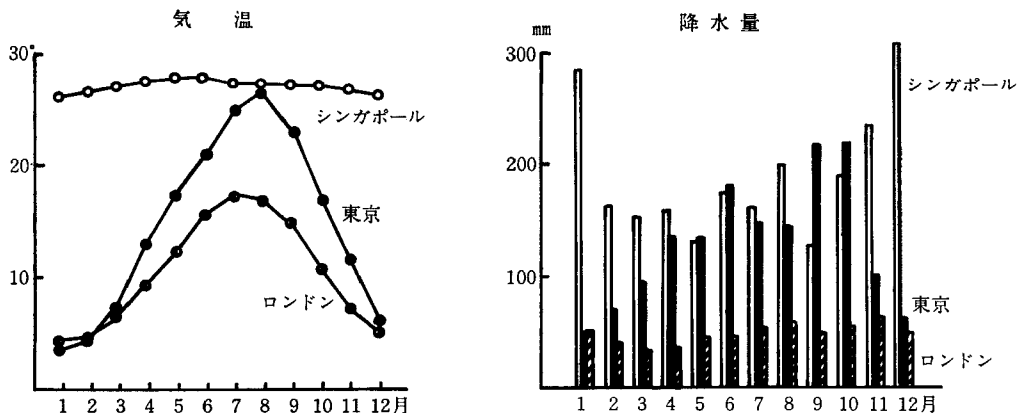
まず、日本の気候の特色を理解する意味で（北緯35°の中緯度に位置する東京の月別平均気温と月別降水量を赤道直下のシンガポール、北緯51°のロンドンと比較してみたのが図一である。気温については、東京の8月の気温がシンガポールとほぼ同じであり、一方、1月および2月の気温がロンドンよりも低いことがわかるであろう。日本は、中緯度にある国としては、年間の気温較差が非常に大きな国である。また、降水量については、年間約1,600mmの降水があって、湿潤気候に属するほか、東京を代表とする表日本は、典型的な夏雨型の降水分布を示す。裏日本は冬期の豪雪のため、冬の降水量が多いけれども、夏雨型の特徴は保持している。そして、図一

1についてみると、東京における夏期の降水量は、最多雨月を除くシンガポールに匹敵し、他方、冬期にはロンドンなみの降水量しかない。

つまり、日本の夏は湿潤熱帯そのものであり、表日本の冬は逆に乾燥北部温帯なみであるといえる。

次に、作物生産上重要な意味をもつ、降水量と蒸発散量からみた水分収支を図二に示した。世界有数の湿潤地域であるモンスーン・アジアにおいても、1年をつうじてどの月にも水分不足の起こらない地帯は案外少ないことがわかる。その上、インドネシア諸島の広大な地域の大部分は、未開発の熱帯多雨林であり、インド北部のそれはヒマラヤ山地であるから、耕地として意味をもつのは、北海道を除く日本、朝鮮半島、それに中国の四川・貴州および福建地方の一部だけということになる。水分収支からみれば、日本はモンスーン・アジアの中でも恵まれた地域である。

農業上、これらの気候条件はわが国に二つの特徴を与える。第一に、高温多湿で湿潤熱帯なみの夏は、稲作に絶好の環境を形成し、第二に、熱帯的な夏と乾燥冷涼温帯的な冬が交代し、しかもどの時期にも水分が不足しな



図一 シンガポール、東京、ロンドンの月別平均気温と月別降水量

\* 農業技術研究所化学部

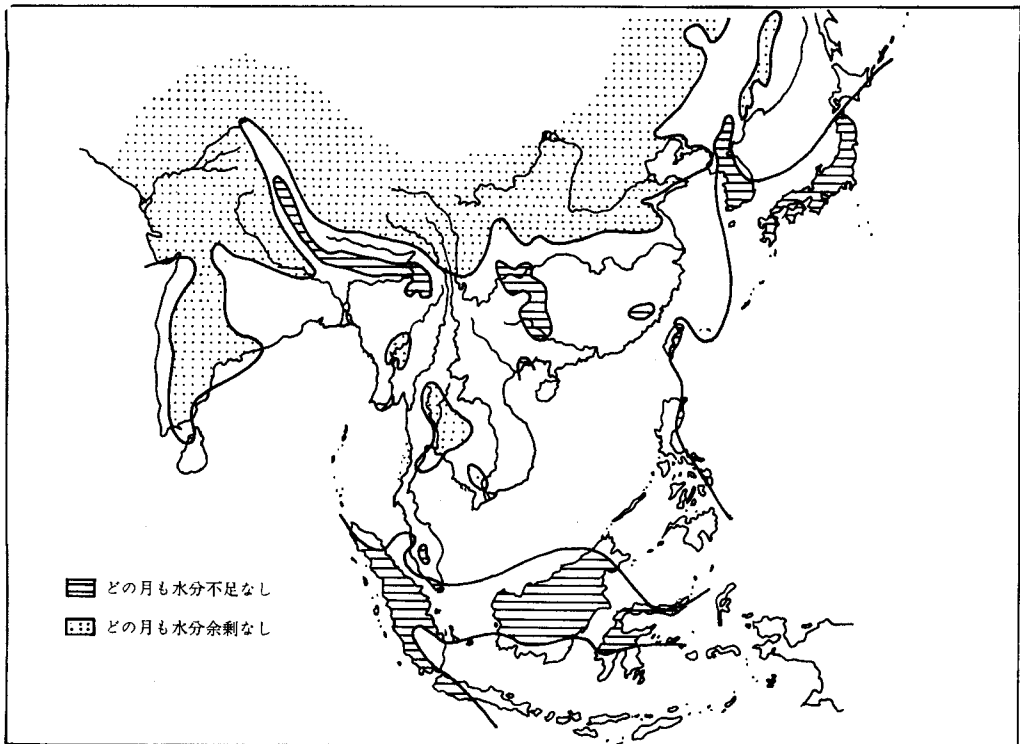


図-2 モンスーン・アジアの水収支 (I. Kayane, 1971)

い条件は、わが国に適する作物の幅を非常に広くする。

このような条件からは、わが国では稲作、畑作がともに発達してよさそうに思えるが、事実は水田が日本農業の絶対的な中心を占め、畑は水田の補完的な位置を与えられてきたにすぎない。その原因は、ジャポニカ稲とわ

が国の水田土壌のずば抜けた優秀性による。

水稲は他の畑作穀物に比べて、それ自体生産力が高く、収量の安定した作物である。このことは、明治維新直後からの後進国日本の水稲、先進国ドイツの冬小麦の収量を比較した表-1、および最近における主要穀物収量の変動係数を掲げた表-2からも明らかであろう。こうした水稲の特徴は、湛水といういわば調節された環境下で栽培されることと関連があると思われる。

表-1 1880~1934における日本とドイツの主要穀物収量 (t/ha)

	ドイツ			日本		
	冬 イ麦	冬 小麦	夏 大麦	水稲	小麦	大麦
1880-1884	0.95	1.28	1.29	1.68*	0.87	1.05
1885-1889	1.01	1.37	1.27	2.10	1.02	1.20
1890-1894	1.20	1.60	1.49	2.23	1.03	1.22
1895-1899	1.43	1.79	1.69	2.14	1.19	1.41
1900-1904	1.55	1.88	1.85	2.40	1.07	1.43
1905-1909	1.68	1.97	1.95	2.51	1.29	1.57
1910-1914	1.79	2.13	2.05	2.63	1.39	1.75
1915-1919	1.40	1.74	1.53	2.85	1.56	1.87
1920-1924	1.38	1.74	1.60	2.88	1.53	1.83
1925-1929	1.62	1.98	1.87	2.89	1.78	2.04
1930-1934	1.74	2.16	1.91	2.93	1.81	2.16

ドイツは Landbau und Technik, 11, No.11, 1935, 日本は農林水産累年統計表, 1969による。

\* 1883~1884の2か年平均

湛水栽培はさらに、水稲に対して無限の連作耐性という、畑作物には見られない特性を与える。連作耐性がイネそのものの特性でなく、湛水栽培の条件によることは陸稲が激しい連作障害に見舞われることから容易に理解できる。

表-2 1960~1971における各国の主要穀物収量変動係数<sup>2)</sup>

	水稲	小麦	大麦	エン バク	トウモ ロコ
日本	4.2	18.5	11.0	—	—
インド	7.7	3.4	8.8	—	—
ソ連	3.6	12.4	13.7	14.3	11.4
アメリカ	3.7	7.6	4.4	7.2	6.0
カナダ	—	18.8	10.9	8.5	9.3
オーストラリア	—	17.6	14.5	17.8	12.0

土壌の面からいえば、畑の条件下では、高温多湿、熱帯なみの夏に、土壌有機物の分解・消耗が激しく進行するはずであるが、水田では湛水することによって、土壌が還元的になり、土壌有機物の分解が抑制される。また、水田が乾燥するのは亜寒帯性の冬の期間であるからここでも温度条件によって有機物の分解は激しくない。すなわち、湛水稲作は、日本の自然条件のもとで予想される土壌有機物の分解をたくみに抑制し、土壌有機物の水準を高く維持するのに役立っている。それに加えて、長い期間の綿密な肥培管理があり、日本の水田土壌の有機物水準は、全炭素、全窒素の両者とも、熱帯アジア諸国の水田土壌に比べて、著しく高くなっている<sup>3)</sup>。

塩入<sup>4)</sup>が明らかにしたように、水田土壌は湛水下で鉄が還元されるため、稲作期間中の土壌 pH はたいてい中性付近に落ち着く。これは、わが国に多い酸性土壌であっても、水田にすれば水稲は酸性の害を受けないことを意味するわけである。さらに、水田への灌漑水は塩基を補給するとともに、土壌の酸性化をも抑制する。

日本農業のもう一つの大きな課題は、雑草との闘いである。日本の自然条件、とくに高温多湿の夏の条件は、自然生態系に高い生産力を付与する。このことは、一面では作物生産にとっての有利な条件であるが、もう一面では猛烈な雑草発生をもたらす。もちろん、水田の雑草発生量もなまやさしいものではないけれども、それでも畑状態に比べて約 $\frac{1}{6}$ 、湿潤状態に比べて約 $\frac{1}{3}$ に減り、かつ雑草の種類も光合成能力の高い C<sub>4</sub> 型雑草の比率が激減する<sup>5)</sup>。水田は雑草管理の面でも相対的に有利なわけである。

わが国の地型の特徴から、傾斜地が多く、畑の条件下では土壌侵食が激しく進行するが、階段状に水田を造成すると、土壌侵食や洪水に対して強い抵抗力を備えるようになる。

これまでに述べてきたことから、わが国の自然条件下で水田と畑を比較した場合、水田の有利性は明らかであろう。しかし、それは水稲だけが日本に適しているという意味ではなく、土壌管理と栽培管理の面で水田が断然有利であるという意味からである。しかも、湛水下で水稲が無限の連作に耐える特性を獲得する以上、連作障害回避のための水田の移動は起こらない。したがって、灌漑水の得られる耕地はすべて水田化され、畑は水利条件の悪い土地にたえず追いやられる形で、わが国特有の水田と畑への耕地の二分割が固定してきたといえる。その結果、水田への灌漑排水には全力が投入され、水田の人工灌漑比率が約95%という高い水準に達する一方、畑に対する人工灌漑は、ほとんど省られないことになった。

## Ⅱ 日本の伝統農業と田畑輪換

上述のように、わが国の水田は、水稲の連作を当然の前提として固定されてきたために、そこでは休閒や夏期における作物交代はみられず、水田への畑作物の導入は冬期における裏作の形でのみ行われた。水田二毛作は一見、作物交代または輪作のように見えるけれども、夏冬それぞれに作る作物の種類が変わるわけでないので、輪作ではない。なお、冬作に麦、なたねなどを導入した水田二毛作は、湿潤熱帯的な夏と乾燥冷涼温帯的な冬が交代する日本の気候条件をフルに生かした技術で、わが国以外では、中国の四川地方、江蘇・浙江地方の一部だけでしか成立しなかった、世界でも類のない技術であることを付言しておきたい。

一方、畑作物は水稲のように無限の連作がきかないから、多毛作を基本とした一定の作物交代、輪作が行われてきた。このことは、江戸時代のいくつかの農書にも、前作を選ぶという形で強調され、農家の慣行でも実施されてきていた<sup>6)</sup>。しかし、わが国では、畑作技術も連作を当然とする稲作に引張られて、連作への指向がきわめて強く、ヨーロッパ農業におけるような体系的輪作には発展しなかった。近年、タバコ、野菜など収益性の比較的高い作物の導入や、大型機械化の進行とともに、各地で伝統的な輪作があつという間に崩壊したのは、そのためである。

こうした意味では、日本の伝統農業において、田畑輪換が例外の存在であったのは、当然といえる。

わが国では田畑輪換が最初に現われたのは、江戸時代中期、近畿地方におけるワタ作と水稲作との交代である。この田畑輪換にふれた農書の代表的な例を次に引用してみる。

宮崎安貞「農業全書」<sup>8)</sup>巻之六、木綿第一の項目に次の記述がある。「又年々相つづきて、同じ所に作る事はいむ物なり。一兩年若しは三年までは作るべし。田の地味を憂らび、木わたを作れば、一兩年は取実過分にありて、虫も付かず、其外くせも付かぬ物なり。其後又稲を作れば、地気新にして必ず二年ばかりの取実もあるものなり。草も生へず、糞も多く入れずして利潤甚だ多し。」  
「又高田の木綿に宜きをば稲を一年作り、二三年木綿を作るべし。草悉くくさりて、土の気厚く肥て虫気もせず、後又ものごとく稲を作れば、初の年は実り常に一倍もある物なり。」

ここでは、田畑輪換の目的をワタの連作障害回避のためとし、田畑輪換に伴う土壌養分の有効化、雑草の減少などの利点を明確に指摘している。

また、佐藤信淵「草木六部耕種法」<sup>9)</sup>巻十八需実第七篇によると、「高田の両毛田に草綿を作るときは利潤極

めて多し、何となれば、一段の田に稲を作ては培養の精細を盡すと雖ども、米を得ること三石六斗に過ること難し、此を金一兩米九斗に売るとも代金四兩なり、此に草綿を作て豊熟せしむるときは三十貫匁の繰綿を得可し、是を金一兩綿三貫匁に売るときは代金十兩なり、且つ高田に稲を一年作り、二三年草綿を作るときは、土気厚く肥て虫気皆絶す、後又稲を作るときは米を得る事二年分に過る者也。両毛田に来年草綿を蒔んと欲するとき、麦を蒔くことを息め、其田を休めて地気を養ひ、水を灌ぎて其田に湛置き、春に至り氷渙て其水を瀉し、田の乾を待て此を耕し、正二月中二三遍も犁て耕起置き、時分に成て畦を作り種蒔付るときは、綿の豊熟して利潤の多きこと、米麦を作りたるの比すべき所にあらず、漢土にて綿を作るは大抵此法也、愚老も亦此法を用ふ、其事簡便にして甚だ宜し、然れども此法は普通の人の行ふこと能はざる所なり。」

収益計算をして田畑輪換の利を説いているが、技術的視点は「農業全書」のひき写しにすぎない。それを普通の人にはできない、と誇示するところは講壇農学者信淵の面目躍如たるものがある。

最後に、大藏永常「綿圃要務」<sup>10)</sup>乾之巻、綿を作る国所風土寒暖の辨、では次のように述べている。

「年々つづきて同じ所に作るはよろしからず。三年作らば地がへすべし、などといへる農夫あれども、手入肥しの仕様によりては幾年も同じ地に作る所もあり。」「田の湿気もれる地に作れば、一兩年は綿過分にとれて虫も付ざる也。又くせつく事も薄し。一兩年綿を作りたる跡へ稲をつくれれば、地気新にして、二年ばかりは肥し多くいれずしてよく稲実のものなり。」

大藏永常は、農業技術者として、ワタの連作障害が肥培管理で克服できることを主張し、田畑輪換の利点は認めながら、唯一の方法としていない。現代の技術者につながる発想であろう。

江戸時代に綿作と稲作の田畑輪換が発生した理由は、棉が当時の換金作物としてきわめて有利な作物であったこと、水稻と交代させることでワタの連作障害が回避できたこと、近畿地方はもともと降水量が少なく、用水の不足しがちな溜池灌漑地帯で、田畑輪換で節約した用水を稲作にまわせたこと、の三点にあった。しかし、この時代の田畑輪換が全国で行われていたわけではなく、綿取引の中心であった大阪近辺の近畿地方に限られていたことからみれば、畿内が農業の先進地であった事実を考慮しても、連作回避、増収などの技術的利点よりは、むしろワタの収益性の高さや水田用水の不足という、経済経営上の理由が大きかったといわざるをえない。

明治維新後、外国からの安価な綿が大量に輸入されるようになると、ワタ作の有利さは消失し、明治初期には全国で約10万haあったワタ作は、明治期末には壊滅してしまった。したがって、ワター水稻の田畑輪換もなくなったが、ワタがスイカ、野菜などの新しい換金作物にかわって、田畑輪換はなお存続した。図-3には比較的最近の田畑輪換の都道府県別分布を示したが、田畑輪換面積はだいたい2万ヘクタール前後で、水田全体に対してはごく僅かなものにすぎなかった。

最近まで行われていた田畑輪換のうち、近畿地方では水田用水の不足と、都市近郊地帯としての有利な換金作物の存在、富山県砺波地方では自家用、一部販売用野菜の生産のため、というのが理由であって、江戸時代とそれほど変わらない。そこで、1960年代から高度経済成長路線が採用され、基本法農政のもとに作物の選択的拡大農地基盤整備が進行して、用水工事によって水の慢性的不足が解消し、また都市近郊における野菜作の独占的優位性が失われるとともに、田畑輪換栽培は衰退し、水田稲作の単作に戻った。このように、わが国の伝統的な農業では、田畑輪換は非常に特殊な条件でしか、成立し持続することができなかつたのである。



図-3 1960年頃の都道府県別田畑輪換面積(斎藤<sup>11)</sup>)

### Ⅲ 田畑輪換の評価と展望

わが国の農業が近代化の目標としてきたヨーロッパ・アメリカの農業は、輪作を基本とした農業体系である。そして、近代ヨーロッパ農業の原型は、中世に成立した冬小麦—夏大麦—休閒の三圃式農法であり、それが18世紀イギリスにおいて、いわゆる農業革命が起こり、小麦—飼料カブ—大麦—赤クローバのノーフォーク式輪栽農法に変革されたことに出発点を持っている。

しかし、ヨーロッパ農業が最初から高い生産性をもっていたと考えるのはあたらぬ。三圃式での小麦収量は10アールあたり約20kgの種子を播いて、その4～5倍、80～100kgの収量をあげるのがせいぜいだったし、大麦収量ももっと低かった。それに、土壌耕うんは休閒地で行われという、およそ日本では考えられない方式であった。麦は厚まきで全面散播のため、生育期間は除草も中耕もできなかったからである。施肥も3年にたった1回、小麦に対してだけ、1～2トンのきゅう肥が施され、大麦は無肥料、追肥は考えられもしなかった。

したがって、問題はむしろ、このような粗放で生産性の低い農法が近代化の基礎になりえたのはなぜか、ということに存在する。問題を解かざれば、三圃式における休閒の意義にある。休閒は連作障害回避、地力回復のほか、年降水量1,000mm以下のヨーロッパの条件で、麦に対する土壌水分を確保し、あわせて宿根性雑草を除去するためのものであって、休閒地を繰返し耕うんしたのはそのためである。広い面積の耕うんは、当然畜耕によらざるをえず、それには耕地以外の広大な野草放牧地で飼養された牛馬が利用された。

ノーフォーク式輪栽農法は、三圃式の休閒地と野草放牧地をなくし、作物の条播と中耕を導入し、カブと赤クローバという優良な飼料作物を耕地に入れ、そして家畜を放牧から舎飼に移した。全体として、農業体系は飛躍的に集約化されたが、保水と雑草制御のための休閒耕は、飼料カブ作付前の夏期にきちんと残されていた。同時に大事なことは、条播と中耕のためにドリルおよびカルチベータという機械が開発され、馬に牽かせて使用したことである。その後のヨーロッパ農業の機械化は、馬力がトラクタなどの機械力に置きかわっただけだから、別にどうということでもない。家畜はすでに舎飼に移っていたので、畜産は減びず、逆に牛乳、食肉生産用に発展した。

多少前置きが長くなったが、ヨーロッパ式の近代農業は、日本とかなり対照的な自然条件下で、異なった発展をしてきたことがわかる。したがって、田畑輪換を単純にヨーロッパの近代的輪作農業と対比して、あれこれ論ずるのは当を得ていない。

しかし、日本の伝統的農業が、水田の絶対優位のもとに、水田と畑への耕地の固定的二分割の上に展開し、水田では水稲連作を疑う余地のない大前提に、精妙な手作業技術体系を築いてきたことが、現在大きな矛盾と混乱に突き当たっているのも事実である。


水稲の収量が飛躍的に増加して、米の国内生産が慢性的な過剰生産に陥っている反面で、小麦・大麦・大豆・なたねなどの伝統ある畑作物は、外国の余剰農産物の圧力で早々に潰滅し、小麦や大豆の国内自給率は5%にもみたくなくなっている。需要の増大した畜産は、ほとんど自国の農業に足をもたずに、年間の米生産量を大きく上回る輸入飼料に頼って奇型の発展をとげ、畜産廃棄物は新しい公害問題をひき起こしている。とても米の生産過剰を処理すればすむといった食糧事情ではない。

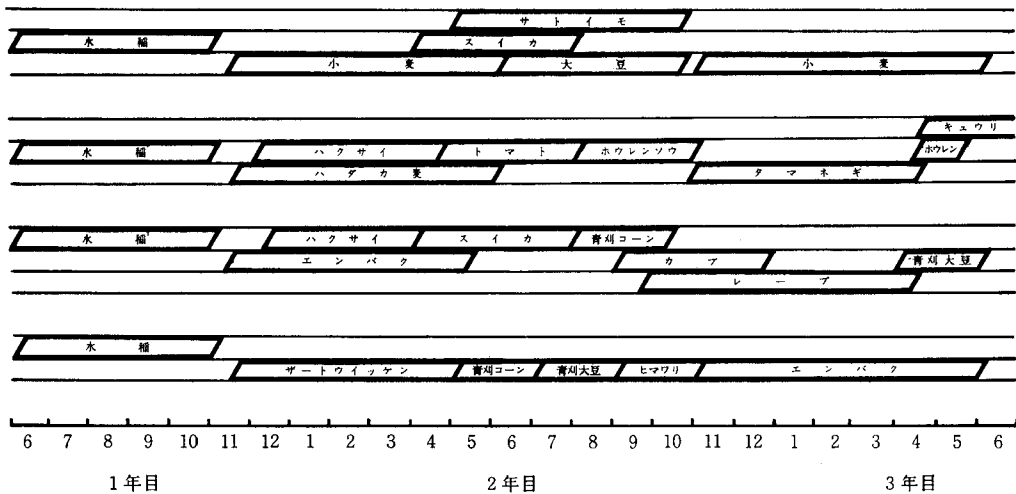
また、稲作を中心に急速に進行した機械化は、前述のヨーロッパ農業と違って、馬力を機械力にという単純なものではなく、田植など精妙な手作業の機械化を含み、しかも、人力作業を基礎にした狭い耕区にいきなり持ちこまれたため、過剰投資はもとより、土壌の性質を劣化させつつある。

一方、野菜作など比較的収益のよい畑作では、稲作の伝統技術がそっくり移って、追肥重点の極端な多肥、無限の連作の強行、精緻きわまる手作業が生きつづけている。連作障害、土壌の悪化が深刻になるのは当然である。

こうした食糧事情、技術状況、それに畜産を根づかせる問題などから考えて、日本伝統の水田と畑の固定的二分割、連作を無条件の前提とする技術体系は、一度根本から見直してみる必要がある。水田と畑の区別をなくして耕地に統合し、輪作の思想を導入して、稲作・畑作・飼料作の輪作体系を開発するのが、日本農業に展望を開く道ではないか、というのが私の意見である。

そのさい、自然条件や社会条件のかなり異なったヨーロッパ・アメリカで発展してきた輪栽式農法、あるいは近代化の中で穀物の連作期間を延ばした超輪栽式農法をそのまま輸入しても、成功しないことは歴史上多くの経験がある。その意味で、例外の存在だったとはいえ、わが国での長い経験と研究の蓄積がある田畑輪換は重要である。

ただし、過去に行われてきた田畑輪換の作付様式は、 図一4に実例を示すように、多毛作・間作と複雑な手作業を基礎にしたものであり、同じ形で復活は無理である。その上、水田に夏期、畑作物を入れる形態で、水田の固定を前提にしている。今後の田畑輪換は、日本の耕地面積からみて、高い収量性が要求され、それには伝統的多肥集約技術を活用しなければならないし、同時に機械化適性を十分にもちながら、現在の機械化の矛盾を克



図一 4 1950年代における奈良盆地の田畑輪換の作付事例 (斉藤<sup>11)</sup>)

服するという、困難な課題を解決しなければならない。  
 したがって、これからの研究課題としては、第一に、日本の特殊な自然・歴史的条件のもとでの、水稲作を含む独自の合理的な作付順序の開発、第二に、現在の水田・畑をつうじて、稲作畑作汎用の土地基盤と用排水システムの開発と整備、第三に、輪作を安定化させる土壌管理技術、灌漑技術の開発、第四に、多肥集約的機械化を前提としながら、化学肥料・農薬への過度の依存を避ける栽培技術の確立、第五に、わが国における畜産の定着化と、耕種・畜産間での物質循環システムの整備、などがあげられよう。これらの技術的課題とともに、社会経済面での条件整備、なかんずく食糧自給政策の確立が必要なことはいうまでもない。

未知と困難は多いにせよ、私は田畑輪換の地道な研究が、日本農業の展望を開く上で大きな役割を果たすと考える。

引用文献

- 1) Kayane, I.: Hydrological Regions in Monsoon Asia. Water Balance of Monsoon Asia. Ed. M.M.Yoshino, Univ. Tokyo Press (1971)
- 2) 内嶋善兵衛：農業および園芸, 53, 285 (1978)
- 3) Kawaguchi, K. and Kyuma, K.: Paddy Soils in Tropical Asia, The University Press of Hawaii, (1977)
- 4) 塩入松三郎：水田の土壌化学, 土壌肥料講話, p. 181, 朝倉書店 (1953)

- 5) Tanaka, I.: Climatic Influence on Photosynthesis and Respiration of Rice. Climate and Rice. IRRI (1977)
- 6) 早川孝太郎：村松家作物覚帳, アチックミュージアム (1936)
- 7) 農業技術協会：畑作付方式の分布と動向, 農業技術協会 (1958)
- 8) 宮崎安貞：農業全書 (1697=元禄10年), 岩波文庫または日本農書全集第13巻, 農文協 (1978)
- 9) 佐藤信淵：草木六部耕種法 (1832=天保3年), 佐藤信淵家学全集, 下, 岩波書店 (1927)
- 10) 大藏永常：綿圃要務 (1833=天保4), 日本農書全集, 第15巻, 農文協 (1978)
- 11) 斉藤光夫：田畑輪換栽培, 農文協 (1962)

質疑応答

石井 (東北農試) 水田の高度利用のための田畑輪換の意義及び将来の畑作農業をどう考えるか。また東北・北海道では冷害対策として田畑輪換が行われていると思うがどうか。

吉田 (農技研) 将来基盤整備として汎用化、すなわち畑転換しても水田に戻せるような、設備をするべきであると考えます。また北海道では牧草と水稲の田畑輪換があるが石井さんの言われるとおりの冷害対策ということが大きいと思います。

## Significance of Paddy-Upland Rotation in Japan

Takehiko YOSHIDA

*National Institute of Agricultural Sciences***Summary**

One of the outstanding characteristics of traditional agriculture in Japan is fixed division of arable land into paddy field and upland, being the former a main prop. It is derived from the advantages being presented by both Japonica rice and paddy soils under natural conditions of Japan. As a result, endless succession of rice cropping has been continued in paddy field, and the alteration of crops or rotations have been poorly developed even in upland.

Paddy-upland rotation that appeared in Yedo era as the alteration of cotton and rice culture was an exception in the traditional land use. It was, however, developed in limited circumstances including the benefit of cotton culture as a cash crop, and the shortage of irrigation water for paddy rice. After the Meiji Restoration paddy-upland rotation still survived replacing cotton by watermelon and vegetables until relatively recent times. It is quite reasonable that the paddy-upland rotation has completely disappeared as the conditions of water supply and economical situations changed, though it has a number of advantages from the technical point of view.

Now, Japan's agriculture is suffered from overproduction of rice together with increasing import of upland grains, particularly wheat, soybean and feedstuffs such as maize and sorghum. Under these situations, it is necessary to develop new rotation systems including both paddy rice and upland crops, changing the traditional fixed idea on the division of arable land into paddy field and upland. For the purpose of this, a big accumulation of experiences and studies on paddy-upland rotation in the past will be quite useful. Discussions are made on the problems to be investigated in future with respect to paddy-upland rotation system.

「土壌物理とかがい研究におけるアイソトープと放射線技術に関する  
国際シンポジウム」について

と き : 1980年4月21~25日

と ころ : ウィーン (オーストリア)

FAOとIAEAの共催で上記の会議が開かれます。くわしくは直接下記へ  
ご連絡下さい。

International Atomic Energy Agency  
P.O.Box 590, A-1011 Vienna, Austria