

## 《研究ノート》

# 日本の陸稲

小葉田 亨\*

### はじめに

陸稲（りくとう）（upland rice, dryland rice）は、一般に「おかほ」とも呼ばれる畑作向けイネの品種群で、水田に作られる水稲（lowland rice, paddy rice, wetland rice）と区別されて扱われている。農林水産省農業生物資源研究所の植物遺伝資源配布目録〔1990〕には、我が国および諸外国を含む新旧約1200品種の陸稲が登録されている。その中の約400品種が我が国の在来品種であるとみなせる〔角田 1975〕。また、国指定の試験場により育成された農林番号のついた改良品種約50品種なども含まれている〔中山 1970；小野 1977〕。

我が国では過去の食糧増産期、畑作開墾地では陸稲は重要な作物であった〔小野 1977〕。さらに、現在世界の全イネ作付け面積の約6分の1が陸稲栽培で占められており、すでに灌漑可能な土地は水稲が作付けられているためこれからのイネ栽培面積の増加の多くは、陸稲によるであろうとされている〔DE DATTA 1975〕。また、水田であっても世界のイネ栽培面積の約半分、東南・南アジアの約7割は雨水に依存する天水田であり、常に旱魃の危険にさらされており〔CHANG *et al.* 1982〕、しばしばイネは陸稲的な栽培条件におかれる。これらの地域の多くでは水利施設の整備による灌漑化は、経済的にあるいは自然立地的に将来にわたっておそらく不可能であろう。すなわち、湛水状態を保つため

---

\*こばた とおる，島根大学農学部

の豊富な灌漑水を確保せずには陸稲の性質は、畑作、灌漑水不足地帯における食糧供給、米食習慣の維持・普及に大きな貢献をしてきたし将来もしょうと考えられる。ただし、陸稲についての栽培状況、品種特性の変遷、環境との関係などを述べたものは諸外国、日本ともきわめて少ない〔DE DATTA 1975；O'TOOLE and CHANG 1979；中山 1970；小野 1977；CHANG *et al.* 1982〕。

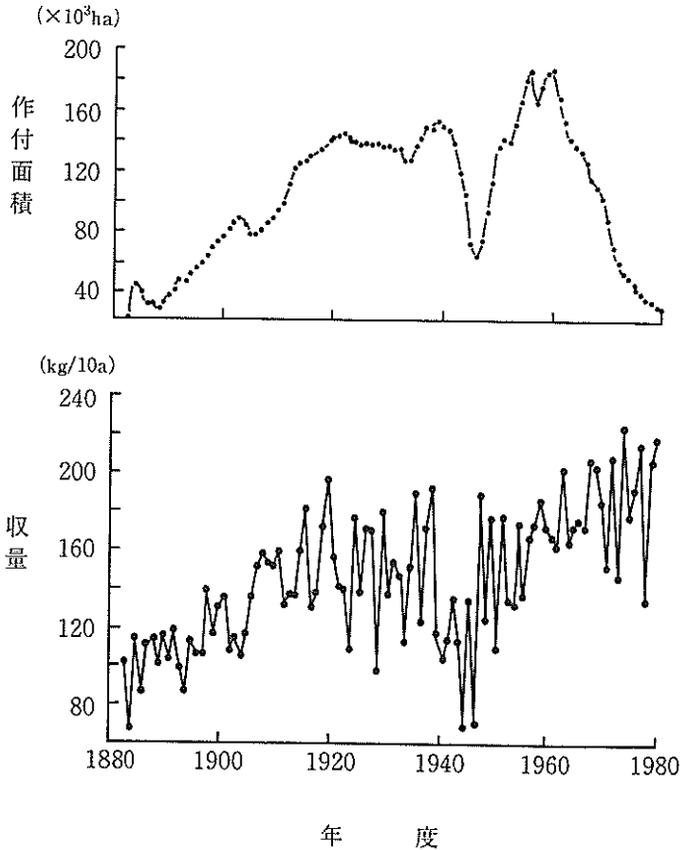
そこで、本稿では比較的記録がよく残されている過去約100年間を中心に、我が国の陸稲品種、栽培における変遷、気象的あるいは物理的環境との関係、我が国の陸稲栽培の特色などを、栽培実験の結果などを加えて検証、考察しようとした。

## I 過去約100年間の栽培面積と収量の実態

### 1. 全国

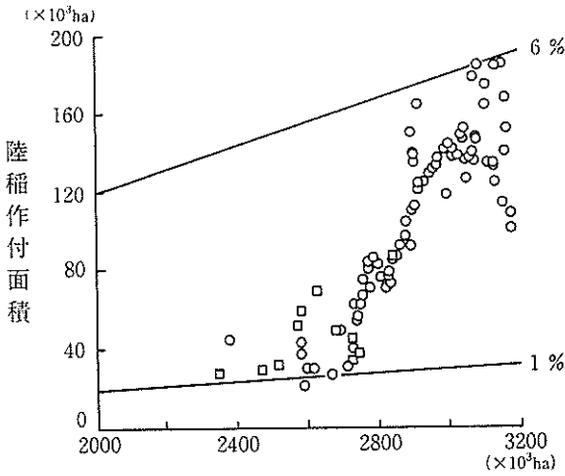
我が国における陸稲栽培を数量的に知ることができるのは、国の農商務省の統計が本格的に開始された1880年以降のことである〔農林統計協会 1983〕。そこで、この資料にもとづき、まず現在から約100年前までの陸稲栽培の様子をみてみたい。1880年代初期（明治20年頃）には、陸稲栽培面積は全国で約3万haあった（第1図）。この時の水田面積が260万haあったことから陸稲畑は全稲作面積の約1%であった。その後、栽培面積は1920年（大正9年）頃まで急速に増えつづけ、14万haになりこれは全稲作面積の約5%近くになった。その後の停滞期、第二次大戦時の著しい減少をへて、1960年前後には最大の18万haとなった。しかしその後、現在に至るまで減少をつづけ、1987年では2万haで全稲作面積の約1%にまで低下した。一方、単位面積当りの玄米収量は、1880年の80kg/10aから1920年頃の150kg/10aまで増加し、停滞期、第二次大戦による低下を経て、その後再び200kg/10aまで増加しつづけた。1960年以降、作付面積は減少していったのに対し収量水準は増加傾向にあった。

そこで、このような栽培面積、収量の変化がどのような理由で生じたのかを考えてみたい。それらの変化にはおもに二つの要因が関与していると見なされ

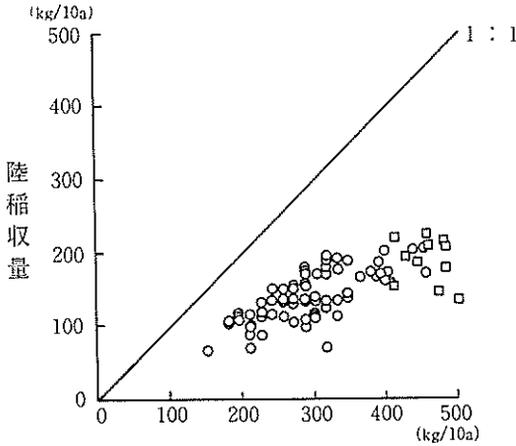


第1図 日本における陸稲作付面積と単位面積当り玄米収量の年次推移  
(1880年から1980年。農林統計協会〔1983〕から作成)

る。一つは、米の需要による作付け意欲の変化である。二つ目は、それらの需要に応じられる品種、栽培技術の変化である。そこで、米の一般的な需要の高さと品種、栽培技術レベルの時代による変化が陸稲栽培へ与えた影響を見るために、年次毎の水稲の作付面積および収量に対して陸稲がどのように変化したかを見た(第2図)。陸稲の作付面積は、水稲の増加にはほぼ対応して増加しているとともに、増加する程度は水稲よりも著しい。これは、水稲に対する陸稲



水田面積



水稲収量

第2図 日本における水稲と陸稲との作付面積、および玄米収量の関係  
 (1880年から1980年まで、□は1975年の減反政策以降を示す。  
 農林統計協会 [1983] から作成)

の比が1900年初期の1%から1960年代の6%に増加したことからわかる。  
 1970年から始った減反政策の結果は1900年初期と同じ程度に両者の関係を戻し

た。

陸稲の作付面積の増加は、水稲と同様、米需要の変化に対応しているが、水稲よりもその増加率が大きかった。このことは、陸稲の方が作付面積における制約が少なかったためと考えられる。すなわち、水田面積は1820年からそれまでで最高1970年の間に約1.2倍しか増える余地がなかったのに対し、陸稲は1960年に最高4.5倍にまで増えることができた。これは、ため池や河川灌漑施設がすでに藩政期を含めてそれ以前にかなり整備されていた〔嵐 1975〕ため、明治以降、水田はすでに面積を著しく広げることができなかつたためであるとみられる。一方、陸稲は、他の畑作物にとって代ることで栽培面積を広げたと考えられる。畑作穀類であったアワ、ヒエ、キビは、全国で1880年頃には合計35万 ha あったものが1960年頃までに20万 ha が減少しているのに対して、この間陸稲栽培面積は16万 ha が増加した。雑穀類の作付け地が必ずしも陸稲の作付け地に直接変わったという証拠はないが、これらの雑穀がデンプン摂取を目的とする食用作物であることから、雑穀の作付地が陸稲の作付面積拡大に果たした可能性はきわめて高いと考えられよう。ただし、陸稲は水稲に比べもち種の作付けが多く、特に栽培面積が拡大した1960年頃には作付面積の約7割がもちで、特に関東などの陸稲の主生産地ではもちのしめる割合が高かった〔中山 1975〕。従って、水稲の生産量に対して陸稲の生産量を比較する場合には、もちとうちのちの違いが内在している可能性にも注意しなければならないだろう。特に、第二次大戦後の食糧不足にともなう増産期以降の生産面積の急激な拡大には、もちの商品性の高さが促進要因になっているであろう。

社会経済的側面から強い影響を与えたのは、第二次大戦前後の自給的食糧としての需要と、その後の陸稲の供出化である。水稲と同様に陸稲も食管法による政府買上げが行われ、1960年頃には価格、販売面で安定有利であるため畑作農家の基幹作物となった。しかし、その後、他の集約換金作物である野菜類に対する経済的利点の低下や、生産調整による米作りの意欲低下により生産は減少した〔小野 1977〕。陸稲は畑作地帯の農民の貴重な自家用主食作物としての初期の栽培から、主食向けの商品的生産をへて、現在では加工用のもち種のよ

うな限られた生産になった。

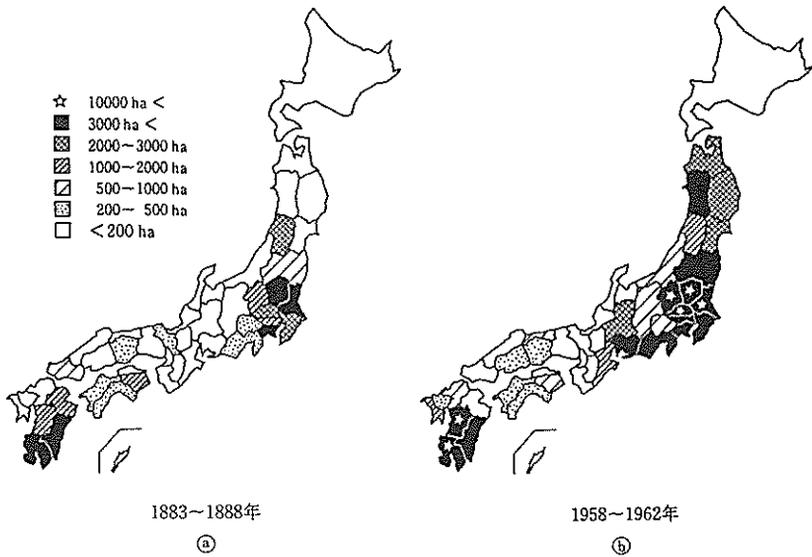
陸稲の反収は水稲とともに増加する傾向があった（第2図）。しかし、常に水稲の70%以下であり、水稲の反収が300kg/10a以上になるとその増加が鈍り、50%以下と低く押えられた。さらに、時々水稲に比べ著しく収量の低い年があり、これは旱魃によるものとみなされる。

以上から、特に1880年代以降1960年頃まで、陸稲の作付面積の増加率は水稲以上に著しく、反収は水稲には常に劣るものの水稲の増収をもたらしたと同様の要因を背景に増えてきたと見なされる。

## 2. 地方

各県の陸稲栽培地においても作付面積は特に1900年以降著しい増加をしめした。そこで、記録で最も古く、陸稲栽培面積のまだ少なかった1883年から1888年までの6年間について、および全国で最高作付面積を示した1960年を中心とする1958年から1962年までの5年間について、各県のそれぞれの期間の陸稲作付面積の最大値の分布をしめした（第3図）。これによると、1880年代ではもとも陸稲栽培は関東と九州中南部に多く、東北、四国、中国の一部にもあった。その他の地方では、東海、近畿などにわずか見られた。1960年に最高作付面積18万5千haに達した時には、基本的な地域分布の傾向は変らないものの、1900年以前に加えて東北、東海で栽培面積が増加した。ただし、各県の1883年から1980年までの間の最大作付面積は、中部日本以北では全国で最高面積を示した1960年の前後10年間くらいであるのに対して、中部以南特に近畿、中四国では面積自体は小さいものの1900年（明治35年）前後に現れる。このような近畿、中四国における明治における普及とその後の減少の理由は分からないが、これらの地域では関東や九州のように陸稲栽培が適していなかったため導入後直ちに断念されたのかもしれない。

各県で陸稲栽培が全稲作面積に占める割合は、明治初期には栃木県、宮崎県、鹿児島県で10%を超えていたのが、それ以降陸稲の最高作付面積時には栃木県、鹿児島県に加えて茨城県と群馬県で20%以上となった（最高は群馬県の32%）。



第3図 1883年から1888年、および全国で陸稲栽培面積が最高を示した1958年から1962年にかけての各県の陸稲作付面積の最大値の分布  
(農林統計協会〔1983〕から作成)

しかし、現在では関東と九州の一部を除き、陸稲栽培面積は統計上ほとんど姿を消している。収量は陸稲作付けの多かった1956年から10年間を見ると、東北地方、関東地方の順であり暖地ほど低い傾向があったがその差は50kg/10a以内である〔中山 1970〕。

以上の明治以降の陸稲の作付面積，反収増加には品種的，技術的な貢献を抜きにして考えられないであろう。そこで，次の章では陸稲の品種，栽培技術について目を向けていきたい。

## II 品種と栽培技術が過去100年間の生産拡大に果たした役割

20世紀に入ってからを対象にするなら，陸稲品種は大きく二つの変化点を持っている。初めは，明治中期の国立農業試験場の設立と同時に行われた地方

農業試験場での在来品種を用いた品種選定と純系淘汰による奨励品種の普及開始であり、次が昭和4年（1929年）以降の交配育種による新品種の育成普及である〔小野 1977〕。

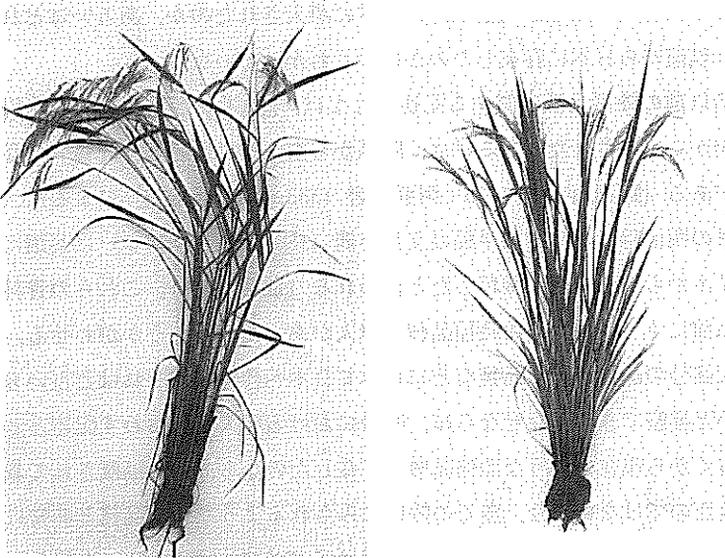
作付面積、反収の1900年から1920年にかけての急激な増加（第1図）は、在来品種と一部それらの純系淘汰された品種によっていたことになる。角田〔1975〕は、さまざまな植物特性からこれらの在来品種421品種の分類を試みた。すなわち明治から昭和初期までの間に青森から鹿児島までで栽培され、農林省農事試験場（鴻巣）で保存されていた陸稲品種421品種を三つの大きな群に分けた。それは、(1)日本の水稲からの転用品種、(2)満州、朝鮮の陸稲、乾稲、あるいはインドネシア、フィリッピン、台湾の陸稲、水陸兼用稲、山地稲に由来すると推定される「陸稲型」品種、(3)中国（華中、華南）渡来の籼系統品種である。現在の改良品種のもととなった品種は多くがこのうちの(2)のタイプに属する。

明治以降になって陸稲の栽培が盛んになった理由の一つは、藩政期には知られていなかった、陸稲として優れた畑作適性を持つ地方品種が、水稲〔盛永 1957〕と同様に、明治になって民間の種子交換、国あるいは県の試験場によって全国に広く普及されたためと考えられる。もう一つは、明治以降の日本への外国品種導入の可能性である。例えば、重要な在来陸稲品種である「戦捷」あるいは「凱旋もち」は、日清戦争の従軍兵士が日本へ持ち帰ったものと言われている〔山口 1963；小野 1973〕。日清戦争は1894年から1895年であり、この時期は陸稲の急速な栽培面積、収量の増加が始った頃と一致する。有機質肥料に代って化学肥料がイネの収量を高め出したのは1930年以降である〔ISHIZUKA 1969〕ために、施肥などの技術の進歩のみが1920年までの陸稲栽培面積、収量の著しい増加に貢献したとは考えられない。また、1880年頃政府がジャバ稲を始めとする東南アジアなどの外国稲の種子を導入して府県に試作させた記録がある〔農林省農務局 1939〕。これらの外国稲は収量性や品質の点でその後水稲品種としてはほとんど定着しなかったものの、陸稲としてこの時期に全国に外来品種の導入の機会が十分あったことが示唆される〔盛永 1957〕。ただし、果

たしてどれだけの品種が明治以降に日本に導入されたのか、あるいはどれだけがそれ以前から日本に存在したのかは全くわかっていない。

明治以前の陸稲品種に関する記述としては、「赤米」が足利時代や徳川時代に中国から導入された、あるいは、阿蘇から南九州における「野稲」の存在の記録がある（野辺地文書 1229；阿蘇文書 1353，山口〔1963〕による）。また、高根県の明治時代の品種茶早稲は文化年間（1804年から1814年）に茶畑に自生したイネから種子を採り栽培したと言われる〔加藤 1908〕。これらの資料は、明治以前にすでに日本への陸稲品種の導入があったことをうかがわせる。しかし、大部分の品種は水稲品種などに比べて日本への導入がそれほど古いものではないと推察できる。なぜならば、明治における導入をにおわす記述とともに、もし古くから現在のような陸稲品種が存在したのなら、特に隔離されて栽培されてきたのではない限り、多くの陸稲にみられるような水稲品種と非常に異なる特徴がなぜ保存されたのか疑問であるからである（第4図）。水稲と不連続的な特徴をもつ陸稲は、水稲よりもかなり新しく導入されたことを示唆している。ただし、日本の陸稲は、アジア一般に目を向けるならもともと水稲と明確に区別できる品種群ではないようである。なぜなら我が国の陸稲の多くをしめる陸稲型品種の由来として、アジアの畑作イネのみならず水陸兼用稲や、従来乾田直播の水稲を示すと見なされる乾稲〔永井 1958〕があげられているように〔角田 1975〕、日本に導入される以前は、水稲と陸稲とは連続的なものであったからである〔岡・盧 1957〕。

1920年以降では、作付面積、反収とも停滞がみられる。1920年から1940年にかけての陸稲栽培面積と収量の停滞（第2図）は、在来品種の限界が関与している可能性がある。その後、交配品種の陸稲農林1号が品種登録された1936年頃以降、第二次大戦による低下を除いて、特に戦後の陸稲栽培面積が拡大し収量が増加したことには農林品種の貢献がきわめて高いとみられる。1945年まではほとんどが在来品種でしめられていたものがその後は農林番号品種に置き換わったからである〔中山 1970〕。同時に、1930年以降の化学肥料の施用、殺虫剤や殺菌剤の使用は、収量増加に強く貢献したと推定される。さらに1950年頃



第4図 在来陸稲戦捷(左), 改良水稲日本晴(右)  
 (戦捷は葉と稈が粗剛で葉身の幅が広く、葉色が淡いという陸稲型品種の特徴を示している。在来品種は草丈が高いという点を除いて、日本晴のように水稲には葉身と稈が比較的細いという共通の特徴がある)

から畑灌漑が天水依存の陸稲作の高収化手段として試みられだした。

いずれにしても、過去約100年間の我が国における陸稲栽培の変遷には、従来のイネとはきわめて異なった性質を持つ陸稲品種の高い畑作適応性と、それらの品種をもととした改良品種の登場が大きく貢献していたとみなせる。しかし、このように陸稲は高い適応性をもつにもかかわらず、栽培上の制約も受けているようにみえる。なぜなら、例えば陸稲栽培地にはきわめて地域によるかたよりが強いからである(第3図)。

### Ⅲ 陸稲の適応性限界がもたらす分布の地域性

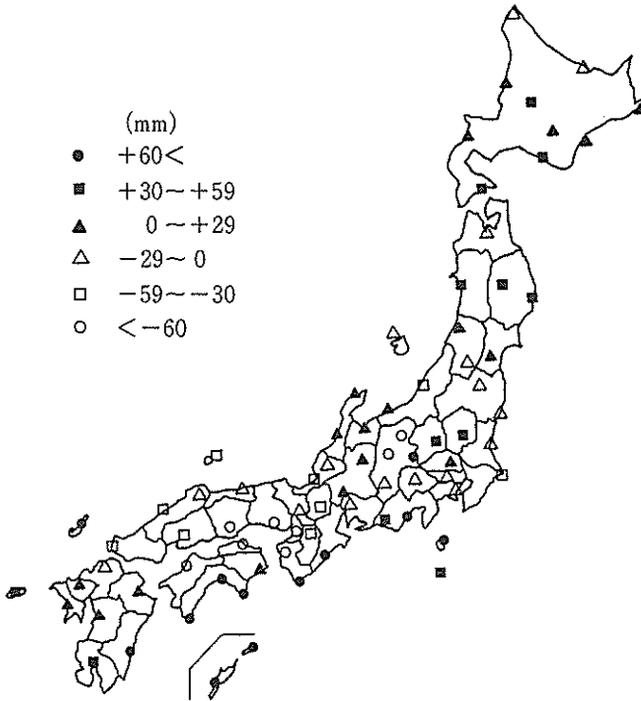
陸稲栽培は灌漑のような積極的な方法がとられだした比較的最近を除いて、

天水のみに依存していたとみなしていいであろう。陸稲栽培の地域的かたよりは、過去約100年前から現在に至るまで明確にみられる（第3図）。陸稲の作付けされる畑と水稲の水田との間には、水要因以外の栽培的相違がきわめて大きい。それは、品種をはじめ栽培技術、立地条件など広範にわたる。しかし、水要因が栽培的相違をもたらしている最も大きな要因とみなしうるであろう。なぜなら、我が国の場合、水田における水稲作は畑の陸稲作よりも、もち種の加工適性などを除いて、収量、収量の安定性、品質、連作害のどの面から見ても勝っていることは否定できないからである〔中山 1970〕。あえて陸稲作が行われるのにはなんらかの理由があるに違いない。また、米の増産期にもほとんど陸稲が作られない、あるいは作られなくなった地域があるのには理由があるであろう。そこで、ここではその理由を水要因から見てみることにした。

#### 1. 降雨と蒸発による水収支から

天水に依存する作物にとっては降雨とともにどれだけの水が蒸発散によって失われるかが重要である。降雨が多くても蒸発散による水消費が大きければ作物は早期に水欠乏におちいるであろう。特に土壤が植物で覆われていない時の土面蒸発は、作物にとって利用できない水の量を増やす。そこで、日本の約80地点における気象測定値〔国立天文台 1992〕から、降雨量と基準蒸発量を計算した。基準蒸発量とは湿った短い丈で覆われた植被から蒸発しうる最大蒸発量である。圃場から失われる最大水分量と見なせよう。基準蒸発量をもとめるために、過去30年間の平均日照時間、気温から Makkink 法で計算した〔桜谷・堀江 1985〕。この値は日本の水田において、さらに蒸発散の要因である湿度と風速を加味した Penman 法による基準蒸発速度とよく一致することが知られている。

第5図に、最も陸稲栽培にとって危険な時期に当たる8月の降雨量と、基準蒸発量との差をとったものを示した。実際には、基準蒸発量は圃場からの蒸発散と同一ではないし、また雨水の浸透、表面流去などによってその差がそのまま土壤の貯留水量となるわけではない。地下水位からの上向きの供給も考えら



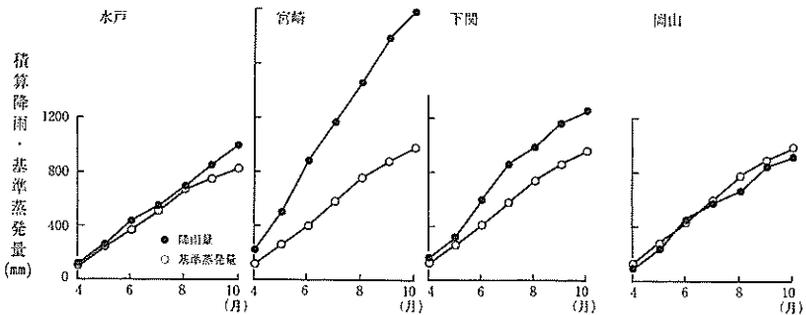
第5図 全国の8月における降雨量と基準蒸発量との差  
 (基準蒸発量は、1961年から1990年の間の日照時間と気温の平均値〔国立天文台 1992〕を用いて Makkink 法 (桜谷・堀江 [1985] から) の式で計算した)

れる。ただし、著しい早魃状態でなければ蒸発散量は基準蒸発量にはほぼ等しいと見なされており、浸透や表面流出量はさらに降雨量を消費し水不足程度を大きくする。したがって、ここではこの差を地域間の相対的な水不足の起こりやすさの程度の指標として用いたい。

その結果、全国的に蒸発量は降雨量を下まわる所が多かった。しかし、東北南部の一部、関東と中国地方の日本海側では基準蒸発量が降雨量をやや上回った。さらに、中部の一部 (長野県)、近畿、中国地方と四国の瀬戸内側では、蒸発が降雨量を大きく上回った。8月の基準蒸発量は全国で80mm/月の違いが、

一方降雨量では最大400mm/月の違いがあり、おもに蒸発と降雨量の地域差は降雨量の大きさの差による。ここで、陸稲の栽培地域（第3図）との比較を行うと、降雨量が蒸発量よりやや多いかあるいは少ない東北部と関東地域と、降雨量が蒸発量を大きく上回っている九州南部地域に主要な陸稲栽培地がある。1960年頃の陸稲栽培面積の最大期には、明治初期に作付けられていた地域に加えて、降雨量が蒸発量を上回る地域全体に作付けが拡大した。一方、蒸発量が降雨量を大きく上回っている近畿、瀬戸内では年度にかかわらず陸稲栽培はほとんど見られなかった。すなわち、陸稲栽培地は南九州のように土壤水分が豊富であるか、関東のようにやや欠乏するていどの地域に従来多く、その後の大普及期にはおもに降雨量が蒸発量を上回るそれらの周辺地域に拡大した。しかし、著しい水欠乏の生じやすい近畿や中四国の瀬戸内側には陸稲栽培は少なかったとみなせる。

次に、8月以外の月についてはどうであろうか。もし、それ以前に十分な貯留水があるならば、8月に水不足であっても生育は維持される可能性がある。そこで、1900年初頭から1960年頃にわたり陸稲の作付けの多い地域（茨城、宮崎）と、8月の降雨が少なく蒸発との収支が著しくマイナスであり陸稲作付けがほとんどなかった地域（岡山）、その隣接地域で比較的雨量があり陸稲作が

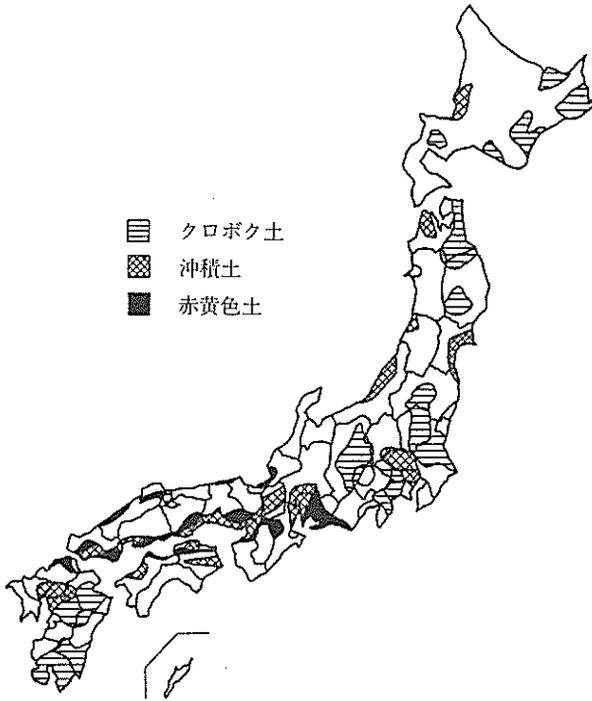


第6図 陸稲産地の水戸と宮崎、陸稲が少ない岡山、過去に陸稲栽培のあった下関（山口県）における作期中（4月から10月）の積算降雨量と積算基準蒸発量  
 （基準蒸発量は第5図と同様の方法による）

明治初期にはやや多くあったにもかかわらずその後なくなった地域（山口）を選んだ。そして、通常の陸稲作期にあたる4月から10月まで〔中山 1970〕の積算降雨量と積算基準蒸発量の推移を見た（第6図）。それによると、今でも陸稲の主産地の一つである茨城県の水戸では、作付けされる5月以降、常に降雨量が蒸発量を上回っており、水収支だけからは水欠乏がおきにくいことがわかる。同じく、陸稲の産地である宮崎では、作期を通じて降雨量が蒸発量よりもきわめて多い。一方、8月の水収支のマイナス程度が大きく陸稲作のきわめて少ない岡山では、6月をのぞいて常に蒸発量が降雨量を上回っている。岡山の近接地域で明治初年に陸稲作が少しあった下関では、水戸や宮崎と同様に、常に降雨量が蒸発量を上回っていた。このように、少なくとも陸稲が作られた地域では、降雨量が蒸発量を上回ることが必要なようである。特に、イネの生殖生長が行われる7月から8月にかけての水収支のプラスは、陸稲の収量にとってきわめて重要である。このような結果は、7月から8月の降雨量が陸稲栽培の可否を決めているという中山〔1970〕の考え方を水収支から裏づけている。ただし、降雨量と蒸発量の水収支だけでは、関東や九州への著しい栽培地のかたよりを全て説明していない。言い換えるなら水収支の良好な地域であっても必ずしも陸稲の作付けは多くないからである。

## 2. 土壌の水の保持の違いから

降雨量が蒸散量を上回っているならば、見掛け上は水は土壌に貯留して水欠乏が生じにくい。しかし、実際には降雨は、土壌浸透と表面流去によっても失われる。陸稲は、通常、代かき、畔塗りなどの作業をしない畑地で作られる。この場合、雨水の土壌浸透は土質に強く影響される。そこで、全国の土壌分布を見てみると、一部異なる所はあるものの、陸稲の主産地はいずれもおもに火山性のクロボク土地帯に分布していることがわかる（第7図）。クロボク土は腐食と非晶性の粘土鉱物であるアロフェンが多いために団粒構造もよく発達し孔隙が他の土壌よりも大変多い〔山根ら 1979〕。そのため、耕しやすく水分の保持量が多い。このことは、クロボク土壌は降雨を貯留する能力が高く、土壌



第7図 全国のクロボク土、赤黄色土、沖積土の分布  
(山根ら〔1978〕を改変)

の物理的抵抗が小さいために植物の根が深層に伸びうることを示している。長野県や東北地方のクロボク土地域では1960年頃に陸稲栽培面積が増えている。しかし、同時にクロボク土は、湛水のための水持ちが悪く、灌漑水が得られにくいために水田にすることが難しく、アルミニウムが多いために著しいリン酸欠乏を起こす。このことから、クロボク土地帯は、透水性の高さのために水田造成が困難であり、そのために畑作地が維持され、陸稲の作付けを促進したとみなされる。クロボク土は1960年頃から下層土を機械的につぶしたり、粘土鉱物であるベントナイトを入れることによって初めて水田化が可能となった〔山根ら 1979〕。また、火山灰土でも陸稲ではリン酸欠乏が生じにくいよう

ある。

一方、沖積土や赤黄色土など、土壤が湛水するに十分な低い水透過性を持つならば、水田化は水確保のための最も適した方法であることが示唆される。水田の水透過量は、粘土質の湿田の場合であれば1日1mm以下である〔川口 1978〕ので、畑状態におけるよりもきわめて貯留効率が低い（ただし、赤黄色土などは水分保持量がクロボク土に比べて約半分以下であるので〔川口 1978〕、クロボク土のイネのように土壤の貯留水に依存することは困難である）。反面、水田における田植のための代かきや畔塗りのためには湿田でも約100mm程度の水を要する〔丸山 1986〕ように、畑に比べ水田は作付け初期に大量の水を用いるという問題点を持っている。しかし、この水は冬季や梅雨時の雨水の貯留で賄うことが可能である〔嵐 1975〕。このようにクロボク土地帯における陸稲栽培は、沖積土や赤黄色土地帯での水田作に比べ透水によるロスが多く、降雨の利用率がむしろ悪いと言えよう。水田化が困難であるということを経験の理由として、クロボク土は陸稲栽培の大きな条件の一つになっているとみなされる。

以上から、作期中に降雨と蒸発の水収支が著しいマイナスとならず、かつ土壤の水持ちと根の伸展性のよい水田化の困難なクロボク土の地域が陸稲の作付け地となっていることがわかる。一方、蒸発量に対し降雨量が少なく、かつ土壤が赤黄色土や沖積土などの水持ちのよい地域では水田化が容易なために陸稲作は少なくなっている。このことは、蒸発が多く雨量が少ない地域の保水性が低い土壤からなる乾燥しやすい畑では、陸稲品種は栽培できないことを示している。それでは、これらの限られた条件のもとで陸稲品種は果たしてどれほど有利な水分利用特性を持っているのであろうか。

#### IV 陸稲の水利用上の特性はどこにあるか

陸稲は水稲とどのように畑作適性が異なるのであろうか。その一つの例として現在、広く普及している水稲品種日本晴と1962年に育成された比較的多肥に耐える陸稲品種タチミノリを水田および、灌漑と無灌漑条件の畑で栽培して

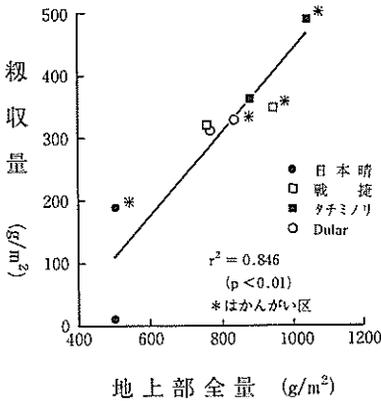
第1表 水稲品種日本晴と陸稲品種タチミノリの玄米収量 (g/m<sup>2</sup>)

年度		水 田	畑(灌漑)	畑(無灌漑)
1981	日本晴	559	—	—
	タチミノリ	429	—	—
1991	日本晴	580	160	4
	タチミノリ	—	373	248

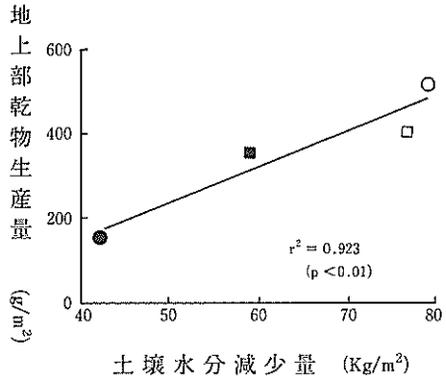
注1. 畑の無灌漑期間は7月22日から9月2日の収穫までであった。  
1981年は京都における若井の、1991年は松江に於ける小葉田・奥野の試験結果による。いずれも未発表。

収量を比較した(第1表)。これらから、陸稲は改良品種であっても水田条件下では収量は最近の水稲品種よりも低いこと(1981年)、しかし畑状態では灌漑、無灌漑にかかわらず収量はあまり低下しにくいことがわかった(1991年)。一方、水稲品種は水田では収量が高いにもかかわらず、畑状態では灌漑しても低く、無灌漑ではほとんど収量が得られなかった。陸稲は水稲よりも潜在収量が低いにしても灌漑条件にはあまり影響されにくいことが示唆された。ただし、この結果は多肥、高収向けの水稲品種を用いて比較した場合であることに注意せねばならない。

それでは、なぜ畑状態下でイネ品種の間にこのような収量差が生ずるのであろうか。上述した1991年の松江の実験では籾収量は収穫期の全地上部重と密接な関係が有り、畑条件下では全乾物生産の抑制が低収量をもたらす最も大きな要因であった。この関係は、同時に栽培した他の在来陸稲2品種(Dular, 戦捷)を含めて同じであった(第8図)。そこで、灌漑停止期間中の全乾物重の増加量と水利用との間にはどのような関係があるのかを見た(第9図)ところ、土壌水分減少量と乾物生産量の間には密接な正の関係があった。この土壌水分



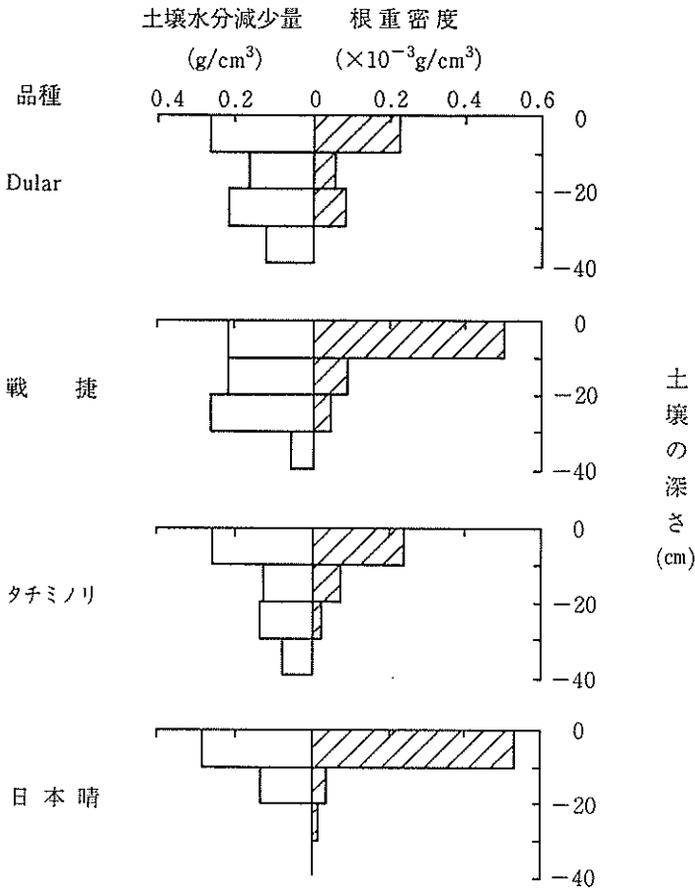
第8図 4品種のイネの畑状態下での灌漑、無灌漑区の収穫期地上部乾物重と収量との関係 [小葉田・奥野 1991 未発表]



第9図 無灌漑条件下における水稲と陸稲の土壌水分減少量と地上部の乾物生産量との関係(シンボルは第8図と同じ) [小葉田・奥野 1991 未発表]

減少量は、植物体からの蒸散量と土壌表面からの蒸発量との和から、地下水からの上向きの供給量を差引いたものである。土面蒸発量を小型の土壌蒸発計でモニターしたところ品種間差はほとんど無視できたので、地下水からの水移動分が過小評価される可能性があるものの、土壌水分減少量の違いは蒸散量の差を示すとみなせる。すなわち、蒸散量の大きかった品種は乾物生産量が大きいたことがうかがわれた。従来、植物体の乾物 1 g を生産するのに必要な水の量を要水量として表し、イネでは約300 H<sub>2</sub>O g /plant dry weight g 前後とされている [加藤ら 1962]。土壌水分の低下にともない要水量が減少する可能性もあるが、乾燥下では生産される乾物自体が小さいので要水量の変化が絶対生産量に与える影響は無視し得るとされている [DE WIT 1958]。したがって、乾燥条件下では、水利用率よりも水消費量自体の大きさが生産を左右している可能性が高い。

このように、陸稲品種で土壌水分がより多く利用される理由はその深く広い根の分布にあるようである。上述の実験で表層から一定の層ごとに根の分布と水消費量を測定すると、陸稲品種は深い層の根の分布が多く、かつ水の消費量



第10図 陸稲の深さ別土壌水分消費量と根重密度の分布  
[小葉田・奥野 1991 未発表]

も多い傾向があり、特に在来陸稲品種でその傾向が強かった (第10図)。しかし、水稲品種では、表層の根はかなりの多いのに対して、少し下の層ではきわめて少なく、水利用量も少なかった。

また、日本のさまざまな陸稲品種を中心に畑で栽培し、生育中期から早魃にあわせると夜明け前の葉内水分状態を表す水ポテンシャルが広い分布を示した

[小葉田 1986]。この時、日本の在来陸稲品種は同時に栽培された水稲品種（愛国、日本晴）よりも葉身水ポテンシャルが総じて高かった。そして、これら在来品種の中には、従来から圃場耐乾性のランクが最も高いとされ、当実験でも葉身水ポテンシャルが最も高かったインディカの品種（Dular）に匹敵するもの（早不知、戦捷）もあった。夜明け前の葉身水ポテンシャルは根部の平均的な水ポテンシャルを表すと見なされるので、イネの根圏は品種によってさまざまな土壤水分の中に存在していたことが推定される。土層は表層から深層にかけて土壤水分が多いので、このことは品種によって根の垂直分布が異なることを示唆する。このうちのいくつかの品種については、15cm以下の深層の根の土壤体積当りの重さと夜明け前の葉身水ポテンシャルとの間には密接な関係があり、この推定を裏づけている。畑における水利用の品種間差異は根系分布の違いによることがほぼ確実であろう。

これらから、陸稲の収量が畑条件下でも影響されにくい理由は、水稲よりもより多くの水を利用できる能力が高いためであると推定される。すなわち、陸稲は水稲よりも同じ水の量を生産に有効に利用できる能力が高いのではなく、より多くの水を消費する能力の高さによって生産を維持していることになる。このことは、水消費が絶対的に制限されるような条件、降雨量に対し蒸発量が多く、地下水からの水の供給の少ない全土層で水欠乏のおきるような場合には生産自体が困難であることを示唆する。近畿、中四国の瀬戸内側などの特に降雨量の少ない地域で陸稲の分布が少ない理由のひとつはそこにあるのであろう。

## V 水稲にみられる陸稲的性質

### 1. 陸稲の中の水稲転用品種

国際稲研究所の陸稲栽培について述べた本 *Upland Rice* では「畔が作られておらず、乾燥下で播種・管理され、水分を降雨に依存する平坦あるいは傾斜地で生育するイネを陸稲とする」[DE DATTA 1975] とされている。この定義によれば、畔作りや代かきがなされない畑地で作られなければ陸稲ではないこと

になる。しかし、もう少し品種の栽培特性を広義にとるなら、陸稲は畑地のよ  
うに湛水しないやや乾燥した条件でも生育抑制が小さい品種群をさすと言  
うこともできよう。

ここで、これまでおもに見てきた日本の陸稲品種の主流を成す「陸稲型品種」、すなわち角田〔1975〕の(2)の分類に属する陸稲品種群とは明らかに分類上異なっている品種群、「(1)水稲からの転用種」について着目してみたい。これらの水稲から陸稲への転用品種とされる品種は、極早生と晩生の品種が多いため、従来の陸稲にない熟期をえるために転用されたと推定されている〔角田1975〕。このような水稲的あるいは水稲でありながら同時に陸稲に分類された品種は、「陸稲型」品種に対して水稲の中の「陸稲的」品種と呼ぶことができよう。すでに述べたように、我が国の陸稲栽培は明治前期の1880年代には限られた地域にわずかに存在し、それ以降著しく拡大した。その拡大に寄与したのは在来、改良品種とも、ほとんどが分類上いわゆる陸稲型品種であった。すなわち、もう一つの少数の品種群、水稲の転用種は明治以降の陸稲栽培の著しい拡大にはほとんど貢献しなかったようである。なぜなら主要な栽培陸稲品種名、陸稲育種素材にはこれらの水稲の転用種は現れてこないからである。このことから水稲の転用品種は耐乾性の点で陸稲型品種に劣っていたことが当然予測される。しかし、これらの陸稲的な水稲品種の存在は、陸稲が少なくとも明治中期以前には地方的に栽培された特別な品種群にすぎなかったという見方を大きく変える可能性がある。これまでは陸稲栽培を畑栽培のイネに限って見てきたのに対して、陸稲的品種は同時に水稲でもあるので水田にも作付けの対象が広がるからである。それでは、実際に圃場の形態では水田の範疇に入るにもかかわらず陸稲的な性質のイネを必要とした水田が存在したのであろうか。

1907(明治40)年の調査では、我が国の用水不足田は府県平均で19.5%にのぼったことが知られている〔嵐1975〕。また、用水を雨水に頼る天水田が藩政期にはかなり多かったとされる。用水確保のためのため池灌漑の地域は近畿、中四国の瀬戸内側を中心にとくに広く分布した。すなわち、藩政期から少なくとも明治末まででも西日本を中心にかなり多くの水田が常に早魃の危険にさら

第2表 明治41年調査による各県の主要稲品種のうち、水稲と陸稲の両方に登録された品種と水稲のみにしか登録されていない品種

品 種 名
<u>水稲と同名の陸稲品種</u>
神力(27), 雄町(10), 関取(9), 愛国(7), 荒木(5), 信州(4), 薩摩(3), 都(2), 赤毛, 福富, 石割, 上州, 亀治, 亀ノ尾, 金子, 高砂, 美濃*
<u>水稲のみの品種の例 (出現頻度2県以上の品種のみ)</u>
竹成(8), 白玉(8), 大場(5), 須賀一本(4), 伊勢錦(3), 改良神力(3), 福山(2), 出雲(2), 穀良都(2), 中稲神力(2), 白紅屋(2), 早稲神力(2), 渡舟(2), 大和錦(2), 豊後(2), 一本(2), 細稈(2), 玉錦(2), 他

注1. 明治41年の各県主要稲品種は加藤〔1908〕による。陸稲と水稲の分類は農林水産省の『植物遺伝資源配布目録』〔1990〕による。カッコ内は複数の県に出現した時の回数。カッコ無しは1県のみ。

注2. \*陸稲のみ

注3. 角田〔1975〕が農林省農事試験場に品種保存された陸稲421品種の内、水稲由来の品種と見なしたものは以下のとおりである。下線は『植物遺伝資源配布目録』〔1990〕の水、陸稲両方についているもの、\*は陸稲のみ、下線なしは記載のないもの。

古早生\*, 愛国, 亀治, 八束穂, 白鶉, 皇国誉, 博覧会\*, 雷電\*, 雄町, 七面烏糴

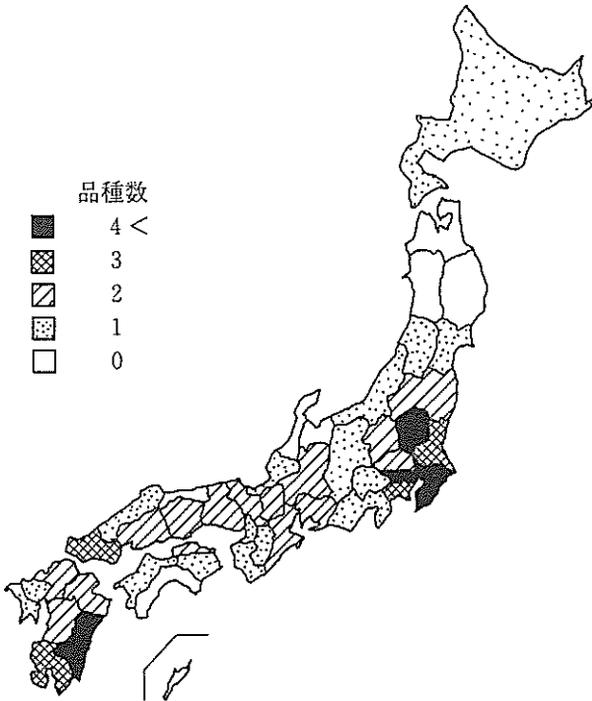
されていたのである。このような用水不足田では、入念な代かきによる漏水防止策が取られ、梅雨の降雨が田植用というよりも生育期の水として貯められた〔嵐 1975〕。これらの事実は、特に過去において地域によっては水田であっても水不足に耐える性質がイネ品種に必要であったことを示唆している。

それでは、水稲の中の陸稲的品種がどれだけ存在したかを角田〔1975〕のあげた品種の他にも検証してみたい。そこで、さまざまなイネの在来品種が栽培されていた1908年（明治41年）における全国的なイネ品種調査の結果〔加藤

1908] を用いて、各県で栽培面積の広がった主要品種を選び、それらのなかで陸稲との兼用品種がどれだけあったかを検討した。水稲と陸稲の区別は、農林水産省の『植物遺伝資源配布目録』〔1990〕の分類によった。各県の主要品種として登場した総数約180品種中、水稲、陸稲いずれにも記載が無く不明のもの約90、その他83品種が水稲として記載があった。この水稲中、17品種が陸稲に同名の品種があった（第1表）。この中には、角田〔1975〕が、水稲からの転用品種とした愛国、雄町、亀治が含まれている。同時に、それぞれの品種の県別に現れた回数がかっこの中に示してある。総じて、当時の水稲の広域普及品種は陸稲に名前が出ており、従って出現する県数も多い。広域に普及した品種（神力、愛国、雄町など）は、当時その優れた性質から陸稲として転用される機会も多かったであろう。しかし、竹成、白玉などの品種は出現回数が多いにもかかわらず、陸稲には名前が出ていない。これらの品種は、神力や雄町とほぼ同じ地域で栽培されていたことから、広域品種が全て陸稲兼用稲となったのではなく、なんらかの選択がなされた可能性がある。

ここで、1908年当時各県で栽培されていた主要なイネ品種のうちどれくらいの数が水稲と陸稲の両方に名前が出ている品種であったかを県別に示した（第11図）。その結果、陸稲栽培が従来から盛んであった地域で兼用品種が多いとともに、陸稲栽培がほとんどなかった近畿、中四国の瀬戸内側にも兼用品種が比較的多い。これらの水稲は、本来水田で栽培されているにもかかわらず、とくに用水不足田の多かった近畿、中四国の瀬戸内側で栽培されていたことから、ある程度の耐乾性を具備していた可能性がある。その性質が陸稲としての転用を可能にしたのではないだろうか。逆に言えば、旱魃のおきにくい地方の水稲は陸稲として転用できないことも示唆する。

在来水稲が耐乾性を持っていた一つの例として、中国地方（島根県）の水稲品種郡益をあげることができる。この品種は、かなり耐乾性が高いと推定される〔小葉田 1986〕陸稲の旱不知に劣らない収量を畑作条件でもあげたとされる〔吉川 1901〕。この結果は、現在の広域栽培品種の水稲日本晴が畑作では灌漑をしても収量がきわめて低かった（第1表）のと対照的である。特に在来の



第11図 明治41年調査の各県主要作付けイネ品種〔加藤 1908〕のうち、水稲と陸稲の両方に記載された品種数の県別分布（資料は第1表と同じ）

水稲品種の中には現在の品種では失われた耐乾性を有するものがありそうである。また、陸稲にも名前のがっている水稲の愛国は、旱魃下で陸稲型品種よりも劣るものの、日本晴よりも夜明け前の葉身水ポテンシャルがかなり高く保たれたこと〔小葉田 1986〕は、水稲のなかにも土壌の水利用能力が優れた耐乾性の高い品種があることを示唆している。

水田のように、代かきによって堅い鋤床層を作るような栽培法は、水持ちを良くする反面、作土層より下の堅い土層に根が伸長するのを阻害しやすいであろう。根の深層への伸長は、吸水量を増やしイネの耐乾性に強く寄与するので

(第10図)、根の鋤床層の貫通性は耐乾性にとってきわめて重要である。例えばインド型耐乾性品種でみられる根の硬土への貫通性の高さ [O'TOOLE 1981] のような性質が、日本の在来イネ品種にどれくらいあるのかは、陸稲的品種を知るための一つの有力な指標となる可能性があり、今後の検証が必要であろう。

ただし、水陸同名品種が全て同じ品種であるとは限らない。在来品種では名前が同じでも全く異なった品種であることもしばしば知られているからである。これらの確認は個々の品種について植物特性を比較する他はない。ただ農林水産省農業生物資源研究所の奥野員敏氏は、上述した品種(第2表)に対する問い合せに対し、これらの品種の多くは水稲と同じものと見なして良いのではないかと述べている。

ここで生ずる疑問のひとつとして、なぜ耐乾性に優れるいわゆる陸稲型品種が陸稲品種の拡大期に西日本の用水不足田の中に広まっていかなかったかである。その理由は、まず陸稲型品種は水稲品種よりも潜在収量が低いこと、次に食味が劣ることが考えられる。良好な水分状態下での陸稲品種の収量の低さは(例えば、第1表あるいは吉川 [1901])、旱魃が起きなかった時には作付けの有利性が低いことをしめす。米の形状や食味は、明治以降の商品性が強く求められた時期〔嵐 1975〕には特に重要な選択理由となったであろう。

## おわりに

いわゆる我々の目にする陸稲型のイネの栽培が盛んになったのは明治以降であった。陸稲は、おもに水田化が困難な火山灰土壌条件下で、かつ降雨が比較的豊富な関東、九州南部などにおいて、その高い水利用性を発揮して栽培を著しく拡大した。そして、この拡大には、耐乾性の強い地方品種の普及、特に外国からの導入、それらの品種の改良が貢献した。一方、日本の広い地域に分布する透水性が低い土質地域では水田は雨水を効果的に貯留できるために従来から水稲が栽培されてきた。そして、近畿、中四国の瀬戸内側などの夏少雨による水不足がおきやすかった水田地域では、ある程度の旱魃にも耐えうる陸稲的

性質を持つ水稲品種が多く栽培されていた可能性が高い。

日本の陸稲栽培は、この約100年の間に著しく拡大し、近年、米需要の低下とともに拡大前以下の水準にまで低下した。これらの経過は、以下の二つのことを我々に教えてくれる。まず、イネの品種の中には、立地適性を注意深く選択すれば陸稲のように水田化が困難な所にも生産拡大を可能にする高い潜在能力をもつ品種群、すなわち陸稲があるということ、そして、現在の灌漑稲作では見られない耐乾性などの多様な特性を持つ品種が今世紀初頭にはわれわれの周辺に分布していたことである。陸稲や水稲在来品種の持つ幅広い水分環境適応性は、単に我が国の過去の食糧生産の歴史の上だけでなく、今後の不安定性を増すとみられる環境下での、世界を含めた米の生産にとってきわめて重要な遺伝資源になる可能性がある。現在、人類の経済活動による環境汚染の結果、世界の気象環境が今後比較的短期間のうちに大きな変化をとげる可能性が指摘されている〔気象庁 1989〕。その一つとして地域によって著しい降雨量の減少や増加が起こると予想されており、農耕地はきわめて不安定な水利状況下に置かれる可能性がある。環境の変化によって我々の栽培技術や品種が、今後まったく新しい変化をせまられる可能性もなしとはされない。

## 引用文献

嵐 嘉一

1975 『近世稲作技術史』農山漁村文化協会、東京。

CHANG, T. T., G. C. LOVESTO, J. C. O'TOOLE and J. L. ARMENTA-SOTO

1982 Strategy and methodology of breeding rice for drought-prone areas. In *Drought Resistance in Crops with Emphasis on Rice*. IRRI, PP.217-244.

DE DATTA S.K.

1975 Upland rice around the world. In *Upland Rice*. IRRI, PP.2-11.

DE WIT, I. C. T.

1958 Transpiration and crop yields. *Verlagen van Landbouwkundige Onderzoekingen*, 64:1-88.

ISIZUKA, Y.

- 1969 Engineering for high yields. In *Physiological Aspects for Crop Yield*. EASTIN, J.D., C.Y. SULLIVAN, and C.H.M. VAN BAVEL (eds.). American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin USA, PP15-25.

加藤茂苞

- 1908 「米の品種及其分布調査」『農事試験場特別報告』25；1-47.

加藤一郎・内藤文男・谷口利策・鴨田福也

- 1962 「作物の蒸発散量に関する研究 I 畑作 陸稲の蒸発散量について」『東海近畿農試報告』栽培第2部 第3号；60-84.

川口桂三郎

- 1978 『土壌学概論』養賢堂，東京。

気象庁

- 1989 『異常気象レポート'89』気象庁，東京。

小葉田亨

- 1986 「日本おかほの干ばつ抵抗性資質」『生物科学』39:28-32.

国立天文台（編）

- 1992 『理科年表1992』

丸山利輔・五十崎恒・西出 勤・村上康藏・四方田穆・高橋 強・三野 徹

- 1986 『新編灌漑排水 上巻』養賢堂，東京。

盛永俊太郎

- 1957 『日本の稲』養賢堂，東京。

永井威三郎

- 1958 「朝鮮の稲作」盛永俊太郎（編）『第3 稲の日本史』農林協会，東京。

中山兼徳

- 1970 『畑イネ』家の光協会，東京。

農林水産省農業生物資源研究所

- 1990 『植物遺伝資源配布目録』

## 農林省農務局

1939 『明治前期勸農事蹟輯録』大日本農会，東京。

## 農林統計協会

1983 『都道府県農業基礎統計』（加用信文 監修）農林統計研究会編，東京。

## 岡彦一・盧英権

1957 「稲品種の耐旱性について」『農業及園芸』6:851-855.

## 小野信一

1973 「日本陸稲品種の来歴について」『育種学雑誌』23:207-211.

1977 「陸稲」『作物の育種』農林統計協会，東京，PP.109-111.

## O'TOOLE, J.C. and T.T. CHANG

1979 Drought resistance in cereals-Rice: a case study. H. MUSSELL and R.C STAPLES (eds.), In *Stress Physiology on Crop plants*. Willey Interscience, New York, PP.373-405.

## O'TOOLE, J.C.

1982 Adaptation of rice to drought-prone environment. In *Drought Resistance in Crops with Emphasis on Rice*, IRRI, PP.195-213.

## 桜谷哲夫・堀江 武

1985 「作物の蒸発散に関する研究 (1) 水田蒸発散の季節・品種別特性と簡易推定法」『農業気象』41:45-55.

## 角田重三郎

1975 「日本の陸稲品種の系統分類」『育種学雑誌』25:121-131.

## 山口彦之

1963 「雑種不稔性による日本陸稲在来品種の分類」『育種学雑誌』13:13-223.

## 山根一郎・松岡 健・入沢周作・岡崎正規・細野 衛

1979 『図説日本の土壌』朝倉書店，東京。

## 吉川祐輝

1901 「水稲及陸稲の田地及畑地に於る生育及収量の比較（明治32年の成績）」『農事試験場研究報告』17:91-94.