

第Ⅰ章 緒 言

第1節 研究の背景と目的

北海道の稲作は明治初期にはじまり²³⁾、1969年に作付面積は最高の26.6万haに達した。しかし、その後は減反政策によって大幅に縮小し、14~15万haで推移しているが、本道農業に占める稲作の重みは依然として高い^{17) 62) 137)}。

この間おおむね4年に一度の冷害を受け、その度ごとに栽培技術は見直しを迫られ、その反省のうえに立って改善され^{16) 18) 19) 127) 137) 138)}、本道における稲作技術の改良は、まさに冷害との闘いの歴史であった。その結果、最近10か年の反収は全国平均と同等となり、その変動係数も全国平均には劣るものの、13%程度となり安定化の方向にある^{62) 137)}。

近年の水稻収量の安定性の向上は、耐冷性品種の導入¹³⁶⁾、育苗をはじめとする栽培技術の向上、土地改良、施肥技術の向上によるところが大きい¹⁷⁾。しかし、これらも今だに充分ではなく^{18) 137)}、今後ともに耐冷性の強化による安定生産を確保することが、稲作研究の究極の目的である。

本道の稲作栽培技術に関して、最近下記のような課題が提起されている。

第1は、品種の交替期にあることである。1955年以降、「農林20号」、「栄光」が主力をなし、1965年ごろからは「しおかり」が主流となり、1973年から約9年間は多肥多収性品種「イシカリ」の全盛期となり、作付面積の40%以上を占め本道稲作の反収向上に著しく貢献した。この間の品種変遷について、田中ら¹²⁶⁾は草型の改良としてとらえている。その後、品種改良において米質の改善が迫られる情勢となり、「イシカリ」は急減し、「キタヒカリ」が増加し始め、ごく最近では良食味品種の開発プロジェクトによって、理化学的検定により選抜された「みちこがね」、「ともひかり」、「ゆきひかり」などが奨励品種となった。1985年にお

ける主要品種（作付面積約1万ha以上）の全道作付面積割合は、「みちこがね」21.2%、「キタヒカリ」20.4%、「ともゆたか」16.2%、「ともひかり」16.1%、「ゆきひかり」8.4%、「キタアケ」6.2%である（道食糧検査事務所調べ）。これらの品種のうち「ゆきひかり」（空育114号）は耐冷性と良食味を兼ね備えた品種として注目されているが、倒伏し易いことや登熟性にやや難点がある²⁵⁾。

これらの新しい品種は、奨励品種となってからの日が浅く、栄養生理的特性が十分に解明されていないので、土壌や気候、地帯ごとの肥培管理指針が明確にされていない。

第2は、機械移植技術の進歩に伴う育苗様式の変化である。

本道の稲作は水苗移植に始まり、明治中期ごろから湛水直播を経、1935年以降冷床苗代移植へ移行し、単収の向上と安定化に寄与した^{23) 59) 115)}。1970年ころからは稚苗の機械移植が普及し始め、1976年の冷害を機に中苗の機械移植へ移行し、現在はこれが主流となっているが、さらに最近、より単収の安定化を求めた成苗の機械移植を指向する気運にある^{71) 91) 92) 98) 117)}。このような流れは、寒冷地の稲作においては苗の良否が重要課題であることを示すものである^{1) 18) 35) 36) 57) 92) 115)}。一方、これらの育苗様式に対応した本田での施肥技術に関する研究例は少なく^{10) 13) 21) 22) 43~45)}、その確立が急がれている。

第3は、機械移植の普及に伴う施肥法の変化と多様化である。

従来、本道の稲作では基肥が主体であったが、1965年ごろに基肥窒素の一部を分施するよう提唱され¹⁰⁶⁾、安定確収のためには止葉期を中心とする窒素の後期追肥が望ましいとされた^{12) 109)}。しかし、実情は基準量を越える基肥単独の過剰施肥が主流で、単収の不安定性と低米質の原因となっている^{16) 18) 31) 63)}。府県においては機械移植の欠点である

密植による耐倒伏性の低下や籾数の過剰による登熟不良を防止するために、基肥窒素の抑制と多回数追肥が実施されている実情^{50) 107)}に学ぶべきところが多い。

寒地稲作では初期生育の促進による有効茎の早期確保が大前提であり、対応する技術として表層施肥法⁷⁰⁾が指導されている。しかし、この方法では移植後の気温条件によって効果が不安定⁸⁸⁾で、施肥作業の面からもその普及率は10数%に過ぎない¹⁸⁾。これに対して初期生育促進効果が確実な側条施肥が最近耐冷・省力技術として位置づけられ^{6) 56) 80) 83)}、道内でも急激に普及しつつあり、側条施肥機の普及台数は1985年現在およそ500台に達している。この方法は品種の差異や育苗様式の差異によって効果の異なることが予想されるので、研究が継続されている^{6) 72)}。

一方では、移植時に育苗箱へりん酸や窒素を散布し、本田における株元施用によって初期生育を進めようとする技術も実用化され^{15) 49) 89)}、機械移植に特有な技術も出始めている。

さて、このように品種、育苗様式、移植法、施肥法が大きく変わりつつある背景のもとに、著者は上川農業試験場において、1974年以降1984年まで、(a)箱マット方式の稚苗、(b)同方式の中苗、および(c)成型ポット型式の成苗ポット苗について、本田における生育経過、窒素吸収経過、窒素肥料施与量・施肥位置に対する応答などの調査を続けてきたが、本報告はそれらの結果をとりまとめたものである。

第2節 機械移植と育苗様式の変遷

明治初期に稲作が本道に移入された当初は、府県式の水苗移植であったが、明治中期に北海道独特の湛水直播が考案され、一般に普及し、その後1935年(昭和10年)ごろから保護畑苗代栽培へと移行し、本道水稻収量の安定的向上に寄与した²³⁾。さらに、1955年ごろから、従来より10~15日早く播種し、通常の時期に移植する「早播熟苗」が普

及した⁸⁵⁾。

その後1970年ごろから機械移植が実用化していったのであるが、その様式はまず稚苗を用いるものから始まり、次第に中苗を用いるものに移行し、近年に至って成苗を用いるものへと移行しつつある(図1、道農務部調べにより作図)。

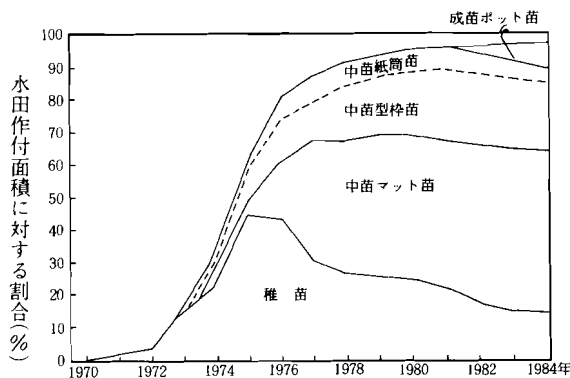


図1 育苗様式別機械移植普及割合の推移(全道)

機械移植は稚苗を用いるものから始まったが、その普及は本道においては府県に比べて鈍かった。この理由として島崎¹¹⁵⁾は田植労力が確保し易かったことと、稚苗は冷温年に生育遅延が大きく、適地帯が限られていたことを上げている。

その後機械移植面積は1973年ころから急速に伸び始めたが、この背景には水田の基盤整備が進み、一筆面積が拡大したことや耐冷性品種の導入があったためと思われる。また、中苗紙筒苗や中苗型枠苗など、稚苗よりも安定性の高い育苗方法が開発されたことも大いに関与している。

稚苗冷害年と俗称されている1976年においては、機械移植面積のうち育苗様式別の普及割合は、稚苗が54.5%を占め、ついで中苗マット苗18.3%、中苗型枠苗14.7%、中苗紙筒苗8.5%の順であった。そして、稚苗の場合出穂遅延により被害を強く受けたので、その翌年からは稚苗が急減し、中苗マット苗が増加した。さらに近年、成苗の機械移植が可能となり成苗ポット型式の移植が普及し始め、一方では、薄播きによる成苗マット苗移植が

実用化しつつある⁷²⁾。

1984年現在の水稻栽培面積15.2万haのうち機械移植割合は96.7%、機械移植面積に対する各育苗様式の普及面積割合は、中苗マット苗52.4%、中苗型枠苗22.3%、稚苗13.8%、成苗ポット苗6.9%、中苗紙筒苗4.3%である。

第3節 育苗様式の分類と特徴の概要

育苗様式は苗令と育苗型式によって5種類に分類されており、育苗基準(表1)ならびに本田の

栽培基準²¹⁾(表2)が定められている。

苗令の大きいものほど播種量が少なく、育苗日数が長く、その分だけ10a当たりの所要マット、枠または冊数が多く、苗床面積も広い。

適用し得る地域は稚苗は道央以南であり、ほかには全道一円である。移植適期幅は稚苗では5月15日から5月25日、中苗マット苗は5月20日から5月31日、成苗ポット苗では5月15日から6月5日とされており、成苗ポット苗で適期幅が広い。

本田栽植密度は稚苗と中苗では25株/m²以上、成苗ポット苗では22~25株/m²が適当とされている。

表1 育苗様式の分類と育苗基準(北海道農務部)

| 苗の種類 | 型式 | 播種量 (ml) | 播種時期 (月・日) | 育苗日数 (日) | 苗形質の基準 | | |
|------|----------------|-------------|---------------|-------------|------------|-----------|-----------------|
| | | | | | 草丈 (cm) | 苗令 (葉) | 乾物重 (g/100本) |
| 稚苗 | マット苗 (箱、簡易) | 350~400/箱 | 4月下旬 | 20~25 | 8~12 | 2.0~2.5 | 1.0~1.2 |
| 中苗 | マット苗 (箱、簡易) | 150~200/箱 | 4月中、下旬 | 30~35 | 10~12 | 3.1以上 | 2.0以上 |
| | 紙筒苗 | 120/1冊 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| | 型枠苗 | 150/1枠 | 〃 | 35程度 | 10~13 | 3.5程度 | 2.5以上 |
| 成苗 | 成苗ポット苗 | 2~4粒/1ポット | 〃 | 〃 | 〃 | 4.0程度 | 3.0~4.5 |

表2 育苗様式別の本田栽培基準(北海道農務部)

| 苗の種類 | 型式 | 適用 地帯 | 10a当り 所要 苗数 | 移植期間 | | 栽植密度 | |
|------|----------------|----------|-------------------|-------------------|----------------|----------------------------|--------------|
| | | | | 早限日気温 (℃) | 晩限の月日 (月・日) | m ² 当り株数 (株) | 1株苗本数 (本) |
| 稚苗 | マット苗 (箱、簡易) | 道央以南 | 20マット | 11.5 (5月15日ころ) | 5.25 | 25以上 | 4~5 |
| 中苗 | マット苗 (箱、簡易) | 全道 | 34マット | 12.0 (5月20日ころ) | 5.31 | 〃 | 〃 |
| | 紙筒苗 | 〃 | 33冊 | 11.5 (5月15日ころ) | 〃 | 〃 | 2~3 |
| | 型枠苗 | 〃 | 34~43枠 | 12.5 (5月23日ころ) | 〃 | 〃 | 3~5 |
| 成苗 | 成苗ポット苗 | 〃 | 50~55枠 | 11.5 (5月15日ころ) | 6.5 | 22~25 | 2~4 |

る。

育苗様式の一般的な特徴としては次のことが上げられる。

稚苗は低温活着性がすぐれ、移植能率がよく、移植時の損傷が少なく、育苗資材、労力の軽減効果が高い。一方、出穂期、成熟期が遅れるため品種の選択が制約を受ける。また、草丈が短く移植時に水没し易い。

中苗は出穂期、成熟期が稚苗よりも早く、成苗に近い。移植時の晩限がやや遅いので、稚苗よりも熟期の遅い品種でも使用可能である。稚苗に比べて育苗資材が少なく管理が容易であるが、苗代面積、床土、育苗日数、労力などを多く要する。また、播種が不均一になりがちで、欠株が生じ易く、胚乳消じん期に移植するため、稚苗のような早植は困難である。

成苗ポット苗は根の損傷が少なく、低温活着性が強く、初期生育が良好で、出穂期および成熟期が稚苗や中苗よりも早く、収量、米質ともにすぐれる。また移植期の晩限が遅いので適合品種の幅が広い。しかし、稚苗、中苗に比べて株数を多く必要とするので苗床面積は稚苗の2倍以上を必要とし、育苗日数、労力など多くを要する。また限られた小容積のポット内に播種されるため、土壌が乾燥し易く、発芽時の水分・温度管理に注意を要する。

中苗紙筒苗は低温活着性がまさるが、紙筒は使い捨てであること、苗取り、苗運びなどにやや難点がある。紙筒苗のばらまきは大規模経営向きであるが、転倒、浮苗、不均一性、倒伏などの問題があり、他の機械移植に比べて収量が高くないので普及は停滞気味である。

型枠苗は移植時の断根量が多く、低温活着性が劣り、活着時が低温の地帯では作期幅が短い欠点がある。

本道では、前述のごとく冷害年の被害の軽減が稲作技術の良否判定の重要規準となる。そこで各育苗様式間の冷害による被害程度の差の概要を以下に検討した。

本道における1970年以降の冷害年は、1971年(指数66%)、1976年(80%)、1980年(81%)、1981年(87%)、1983年(74%)であり、1971年と1980年は障害型冷害、他の年次は遅延型冷害であった。なお1980年は開花期の低温による障害型冷害年であったが、上川地方では被害がなく、平年並みであった。1976年は出穂後の低温が主要因であり、1983年は初期生育不良による出穂期の遅れと全般的な低温によるもので、未曾有の遅延型冷害年であった。

図2は上川農試圃場において窒素8kgN/10a水準で、1974年から1982年までは「イシカリ」、1983年、1984年は「ゆきひかり(空育114号)」を供試して、各育苗様式で栽培した水稻の各年次の収量を示したものである。

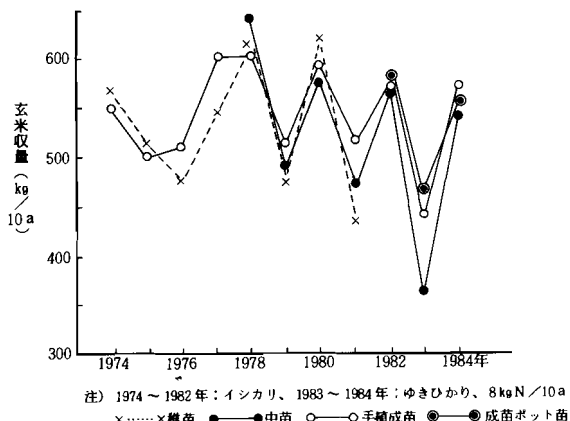


図2 試験期間の育苗様式別玄米収量の推移

稚苗の収量は平常年には手植成苗と大差がなく、遅延型冷害年では、稚苗や中苗、特に稚苗で減収程度が大きい。1983年の遅延型冷害年では、中苗は未登熟のまま10月初めの降雪によって倒伏したのに対して手植成苗や成苗ポット苗は完熟には至らなかったが、減収割合は小さく、苗素質の差が大きく現われた。

障害型冷害年については1980年の要因解析¹⁸⁾によると、不稔粒の発生は出穂期と低温発生日との関係に支配される面が強く、育苗様式による直接的な関係は認められていない。しかし、健苗の減

収が少なかったことが指摘されている⁹²⁾。

稚苗冷害年といわれた1976年の要因解析¹⁶⁾によると、稚苗は障害型冷害には生育期のずれによって危険期を回避し得ることもあるが、遅延型冷害に弱いことが確認されている。さらに、中苗については成苗に近い出穂期と密植による多収性が特徴づけられ、出穂期の遅延しにくい理由は幼穂形成期から出穂期までの期間が短く、出穂速度が早いことであるとされている。また被害程度が道内でも地域的に異なり、個人差も大きかったことが指摘されている。これは、育苗床土が不良であったり、育苗管理が不徹底で稚苗とも中苗ともつかない中途半端な弱苗が多く、さらに適期をはずれた晩植が行われたためとされている。東北地方の冷害の実態についても、田中¹²⁷⁾はこの点を指摘しており、単なる稚苗冷害ではないことを示唆している。

1983年の遅延型冷害年の要因解析¹⁸⁾においても苗素質の影響が重視されており、この年には中苗が主流となっており、薄播きによる苗令の進んだ中苗の抵抗性が強かったこと、特に成苗ポット苗の初期生育ならびに出穂期が早く、登熟歩合が高かったことが、各地域で共通的に認められている。

第4節 既往の知見

水稻苗の活着時における低温抵抗性について、木根淵¹¹⁾、星川²⁸⁾、三本⁵⁷⁾らが稚苗を主体とする研究を行い、斉藤・片岡⁸⁶⁾は活着低温限界は2葉期に最も低い(11~13°C)ことを指摘し、これらの研究によって、低温での活着性は成苗手植に比べて稚苗がすぐれていることが明らかになった。

分けつ開始以降の低温反応については、成苗に関しては多数の研究があるが^{8) 9) 33) 35) 36) 90) 93~95) 100) 101) 103) 104) 113) 114) 118) 123)}、育苗様式間の比較をした研究は見当たらない。

稚苗の生育特性や栽培法に関しては、木根淵の広範囲な報告¹¹⁾がある。また、作期や栽植密度に関する外山¹³³⁾、島・石原¹¹¹⁾の報告、植付深と倒

伏との関係に関する伊藤³⁷⁾の報告、根群分布に関する奥山⁷⁹⁾、田中¹²⁸⁾の報告がある。水管理と施肥法が草型などの受光態勢に与える影響については奥山^{79) 133)}の研究がある。これらの報告では、稚苗移植は分けつが旺盛であり、穂数の確保は容易である反面、過繁茂となって有効茎歩合の低下、生育後期の栄養凋落、倒伏などが起り易いが、作期、栽植密度、生育後期の栄養供給と水管理の適正化により成苗を上回る収量を上げ得ることを示唆している。収量性について和田¹³⁹⁾は暖地よりも寒冷地の方が、収量構成要素の増加による増収率がやや高いとしている。

北海道における稚苗に関する研究例はあまり多くない。斉藤・片岡⁸⁶⁾は火山性土や泥炭土などの不良土壌においても、移植時期が早ければ成苗に匹敵する収量を上げ得ることを報告している。木戸・小川³⁹⁾は移植時期と1株苗本数について論じ、作期の重要性を指摘している。

中苗に関する研究は少なく、府県では星川²⁸⁾の活着低温限界に関するもの、川島・田辺^{38) 124)}、三本⁵⁷⁾の紙筒移植に関する報告があり、中苗マット苗に比べ、同一籾数を確保した場合、登熟が良好で、低温年での効果が大きいことを示している。

成苗機械移植については、マット形式の薄播きによる5葉指向苗に関する東北地方を中心とした佐藤⁹⁸⁾、須藤¹¹⁷⁾、佐々木⁹¹⁾の報告があり、この方法は低温活着性と収量性がすぐれていることを認めている。さらに、成苗ポット苗に関しては新田⁷¹⁾、田中^{129) 130)}、斉藤・石川⁸⁷⁾の報告があり、植傷みがなく、低温活着性がよく、特に低温年に有利であることを認めている。田中¹³⁰⁾は成苗ポットを使用して調査を行い、ポット稚苗からポット成苗の幅広い使用方法を検討している。

育苗様式を異にした機械植水稻の本田における養分吸収や施肥法に関する研究はきわめて少なく、稚苗について、本田における養分吸収経過が府県では東海林・斉藤¹¹⁶⁾、道内では藤原¹⁰⁾によって調査されているに過ぎない。

稚苗を使用した場合の本田における施肥法につ

いては、過繁茂の防止、有効茎歩合の向上、倒伏防止の面から、窒素の基肥抑制・後期追肥重点の施肥法の有利性が報告されている^{5) 31) 50) 75) 76) 77) 107)}。奥山ら⁷⁹⁾は稚苗を用いた場合、追肥重点の施肥法と中干しによる生育調節を中心とした水管理技術によって草型が改善され、安定多収が得られることを実証している。

中苗についての本田の施肥に関しては、道内の初期生育不良地帯における中苗マット苗に関する今野ら⁴³⁾、紙筒に関する渡辺ら¹⁴⁰⁾、今野ら⁴⁴⁾の報

告がある。

成苗機械移植に関する研究は端緒についたばかりで、成苗ポットに関するもの^{87) 129)}、薄播き5葉苗¹⁾に関するものなどがある。

以上のように稚苗移植を中心にして、生育特性や収量性に及ぼす育苗様式の差異については多くの研究事例があるが、稚苗、中苗、成苗にわたって、それぞれの栄養生理的特性を解析した例はきわめて少ない。