

氏 名 (本籍) 三 本 弘 乗

学位の種類 農 学 博 士

学位記番号 農 第 2 1 3 号

学位授与年月日 昭和 5 6 年 1 2 月 1 0 日

学位授与の要件 学位規則第 5 条第 2 項該当

学位論文題目 東北地方北部における水稻苗の活着に関する研究

論文審査委員 (主 査)

教授 佐藤 庚 教授 角田 重三郎

助教授 星川 清親

論文内容要旨

北東北の稲作は、育苗期から移植期にかけての気温の上昇の遅れと、穂孕期の気温低下ならびに登熟後期の早冷化等により冷害を受けやすく、作期が厳しく限定される。冷害を克服するためにとられたおもな方法は、保護苗代で薄播きして育てた、葉齢の進んだ健苗の早植えと、耐冷性品種の作付けである。近年機械移植の普及により育苗法が大幅に変化し、厚播きして育てた若齢苗が用いられるようになった。冷害を受けやすい北東北では、不順天候年のたびに機械移植用の稚苗・中苗・成苗の苗素質と能力、とくに低温における活着力や生育の安定性における差異が問題となった。これらの苗の低温活着力については多くの報告があるが、見解は各様で、統一的な結論は得られていない。その要因として生育段階（葉齢）の異なる苗の活着力の比較方法が確立されていないことがあげられる。そこで、本研究ではまず生育段階の異なる苗にも共通に適応できる活着力（とくに低温における）の比較方法としてつぎの方法を提起した。すなわち、①葉齢の推移から活着期を把握して比較する方法と、②従来活着試験で用いられた調査項目による比較法を改良して用いる手法である。つぎに各種の苗を用いてこの比較方法の合理性を実証的に裏づけるとともに、①を主に②を従って用いて、問題となっている生育段階の異なる苗の素質と、低温における活着力を総合的に検討して明らかにし、さらに、北東北における安全稲作に適応する苗の種類と作期を検討した。

本研究は1971年から1979年にわたり継続的に実施したものである（1971～1972年；青森県農業試験場藤坂支場、1973～1977年；青森県農業試験場黒石本場、1978～1979年；大阪府立大学農学部）。得られた結果の概要はつぎのとおりである。

第1章 機械移植導入にともなう苗素質比較の問題点と対応

1. 苗の活着に関する研究経緯と機械移植用苗の活着力比較上の問題点

苗の活着に関する従来の研究は、成苗を対象に、主として移植した苗の発根力を比較する方法でなされてきた。しかし、生育段階の異なる苗は、生育量や根原基数に差異があるので、従来の新根数や新根長による活着力の比較には問題があり、合理的な比較方法の確立がのぞまれていた。

2. 活着の定義と活着力比較方法の新たな提案

(1) 移植した苗の生長は、根の損傷や移植時の低温で一時的に停滞するが、その後回復する。葉齢についてみると、停滞期間はその進展が顕著に遅れるが、回復時点に到達した後は、ほぼ直線的な進展となる（第1図）。各種の苗について、移植後冷水処理を行い、移植から出葉速度が回復するまでの日数（出葉回復日数）を求めて比較検討した。

(2) 出葉回復日は、出葉速度が直線的になった時点（真の回復日とした、第2図のT点）と、それに至る前に徐々に回復した分（前駆的回復とする、第2図のB）を加味した時点（重みづけ回復日とした）の二つが考えられる。真の回復日は、移植後の葉齢が2～3本の直線の組み合わせからなる折れ線をあてはめ、その残差が最少な直線の交点（第3図のT点）とした。重みづけ回復日は、真の回復日以降の葉齢より求めた回帰直線（ $Y = aX + b$ ）と、移植時の葉齢（ $Y = m$ ）との交点（第2・3図のt点）を仮りにあてた。各種の苗の移植後、冷水処理期間を変えた条件下で真の回復日と重み

づけ回復日を比較検討した。その結果、真の回復日は、移植後の前駆の回復が優る区ほど遅れ（第3図の $T_1 > T_2$ ）、重みづけ回復日は、そのような矛盾がなく、移植後の生育回復の遅速をそのまま示すことが明らかとなった。

(3) 重みづけ回復日数と、移植後の新根数、最長新根長、分けつ数、分けつ発生日、ならびに出穂期との相関関係がきわめて高い（第4図）ことから、重みづけ回復日数が活着の遅速の指標になり得ることが実証された。また、従来の活着期の定義づけによる時期ともほぼ一致したので、重みづけ回復日を活着期と定義した。第2章以降ではこの重みづけ回復日数を活着日数として用いて、生育段階の異なる苗の素質と能力の比較および活着期の年次変動の検討を行った。

(4) 従来の活着試験の調査項目を利用した改良比較法は、低温区と常温区を設けて生育差を調査し低温区の常温区に対する比率で比較して、生育段階の違う苗の活着力比較における問題点を解決した。

3. 移植した苗の生長可能な限界気温

作期を策定するに際しては、活着限界気温が重要な問題である。苗の種類と活着限界気温についても統一的な結論は得られていない。そこで、活着限界気温を、移植後の日数の経過とともに生長がみられる最低の温度と規定して4品種、3種の苗（稚苗・紙筒苗の中苗・成苗）について検討した。

(1) 新根の発生と増加が認められる最低気温は、稚苗・中苗（紙筒苗）・成苗とも約 13°C であった（第5図、シモキタを代表品種として示す）。新根の伸長が可能な最低気温も苗の種類に関係なく 13°C であった。

(2) 葉齢の増加が認められる最低気温は、 $13\sim 15^{\circ}\text{C}$ で、供試した4品種を平均的にみると、稚苗と中苗はやや低く、成苗はやや高い傾向があった（第6図）。

(3) 移植後15日間低温処理した後、温水田に再移植した場合の活着率は、稚苗と成苗は15日間の低温処理が 13°C 以上の区で 100% となった。移植時の根の損傷のほとんどない紙筒苗は、 7°C の低温処理でも 100% 活着した（第7図）。

以上の結果、苗の活着限界気温は、苗の葉齢に関係なく約 13°C であることが明らかとなった。

第2章 各種の育苗法による苗の素質と活着力の比較

苗の活着は、苗の素質と密接に関係するとされている。苗の素質は、胚乳の残存量や、苗の形態的特性、あるいは化学的組成等から比較検討されてきた。しかし、生育段階の異なる苗を対象にした研究は少ないし、比較方法にも問題があった。そこで、第1章で提案した方法で、各種の苗の素質と活着力を検討し、稚苗・中苗・成苗の活着における特性と能力を明らかにした。

1. 胚乳残存率と活着

活着に対する残存胚乳の効果については諸説があるが、胚乳残存率 11% の苗でも、活着に積極的な効果を認めなかった。

2. 苗の素質と活着

(1) 播種量・苗代日数等を変えて各種の苗を供試した4年にわたる苗の素質と活着力に関する総

合的な試験の結果、移植苗の葉齢と活着日数とは、すべての苗をまとめて比較してみると相関関係が認められなかった(第8図, 1975年を代表年として示す)。育苗法別に分けて、中苗育苗法の苗代日数を一定として播種量を変えた区では、播種量の少ない、葉齢の多い苗の活着が早い(第9図)が、播種量を一定とし、苗代日数を変えた区では、苗代日数が短く、葉齢の少ない苗が活着が早く(第10図)、苗の葉齢の多少で活着の遅速が逆転する傾向が得られた。しかし、それらの区をまとめてみた場合にも、1葉平均苗代日数でみると活着日数との間に相関関係がみられ(第11図)、1葉平均苗代日数の少ない苗が活着が早かった。苗の茎葉風乾重と活着日数との関係も、成苗を除外した他の区をまとめてみると、相関関係はみられなかった(第12図)。しかし、茎葉重/草丈の比率でみると活着日数との間に相関関係がみられ(第13図)、さらに、茎葉重/草丈/苗代日数との関係でみると、活着日数との相関関係がより高かった(第14図)。

以上のことから、苗の素質や活着力は、育苗条件で大きく変わり、単に葉齢の多少で決定されることのないことが明らかとなった。4カ年の試験を総合してみた場合、活着の良い健苗は、1葉平均苗代日数が少なく葉齢が多く、茎葉乾物重/草丈または茎葉乾物重/草丈/苗代日数の優る苗と規定することができた。

(2) 一般に苗の窒素含有率は、育苗日数の経過とともに減少する。しかし、生育量が増大するので窒素含有量は苗代日数ともに増加する。北東北の移植時の苗の窒素含有率は比較的高く、変動幅が小さいので、活着日数との相関関係は低かった(第15図)。しかし、生育量で大きく変化する窒素含有量と活着日数との間には相関関係がみられ(第16図)、窒素含有量の大きい苗が活着が早かった。

(3) 全糖および粗澱粉含有率は、育苗条件により差があるものの、全体的には育苗日数に応じて高くなった。全糖含有率と粗澱粉含有率の合計量と活着日数との関係は、各種の育苗条件による苗をまとめてみると一定の傾向がえられないが、一連の試験(ガラス室育苗と人工気象室育苗に分ける)では、傾向的にみて全糖および粗澱粉含有率の高い苗の活着が優った(第17図)。

第3章 活着日数の年次変動と活着後の生育ならびに収量

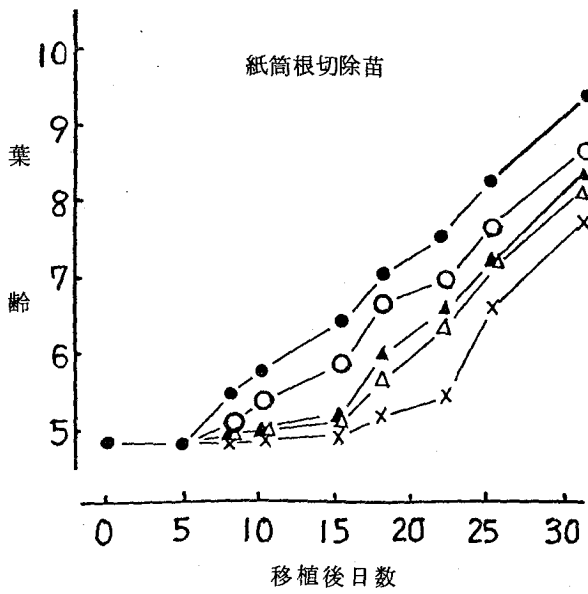
15カ年にわたる実際の栽培試験の活着日数を求めて検討した結果、活着日数は移植後5日間の平均気温(第18図A)、移植後10日目の新根数(第18図B)、5号分けつ発生までの平均日数、移植後31日目の茎数等と高い相関関係が認められた。青森県藤坂における15カ年の平均活着日数は、5.5日、活着の早い年は1.7日、最も遅延した年は12.6日となった(第19図)。

第4章 北東北の稲作安定化のための苗の素質と移植期

(1) 1976年の冷害年における苗の種類別の生育と収量をみた結果、成苗>中苗>稚苗の順に出穂期が早く、収量が優り、北東北では葉齢の進んだ苗が冷害年において安全であることが実証された(第1表)。

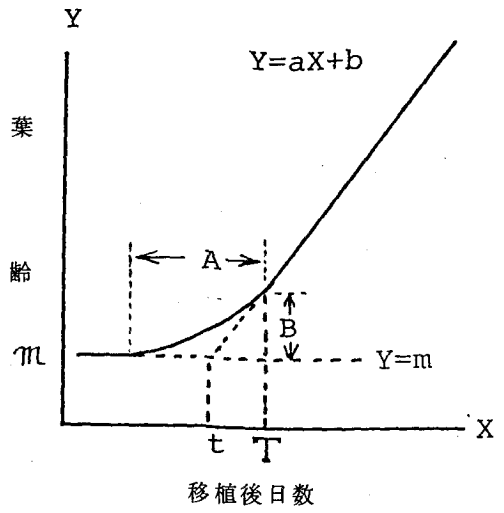
(2) 第1章の3で実証した活着の限界気温13℃に到達する東北各地の平年日を推定し、活着限界気温からみた移植の早期限界を把握した。

本研究によって、これまでに確立されていない簡易的な活着期の把握方法が見出され、その利用によって、生育段階の異なる各種の苗の素質と活着力との関係を明らかにすることが可能となり、北東北における安全稲作からみた健苗の位置づけと、好適する苗の種類を明確化することができた。

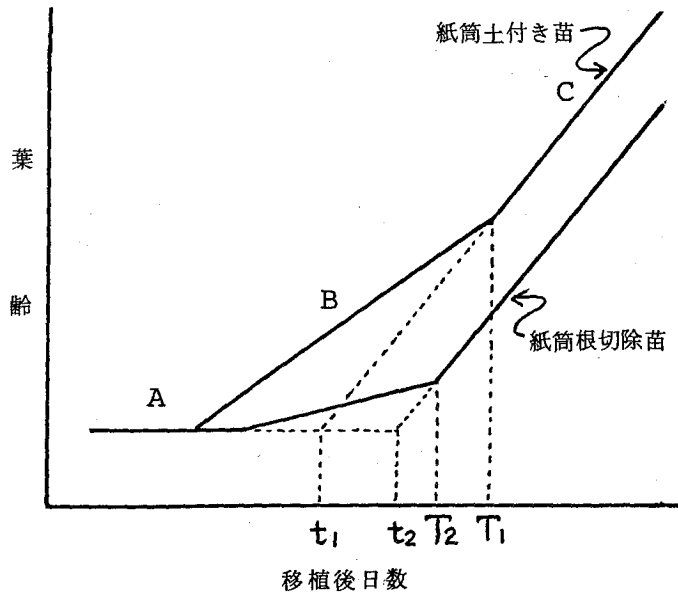


第1図 苗の根部処理と移植直後の冷水処理日数の違いによる葉齢推移の差異

注) 冷水処理; •無処理, ○5日, ▲10日, △15日, ×20日

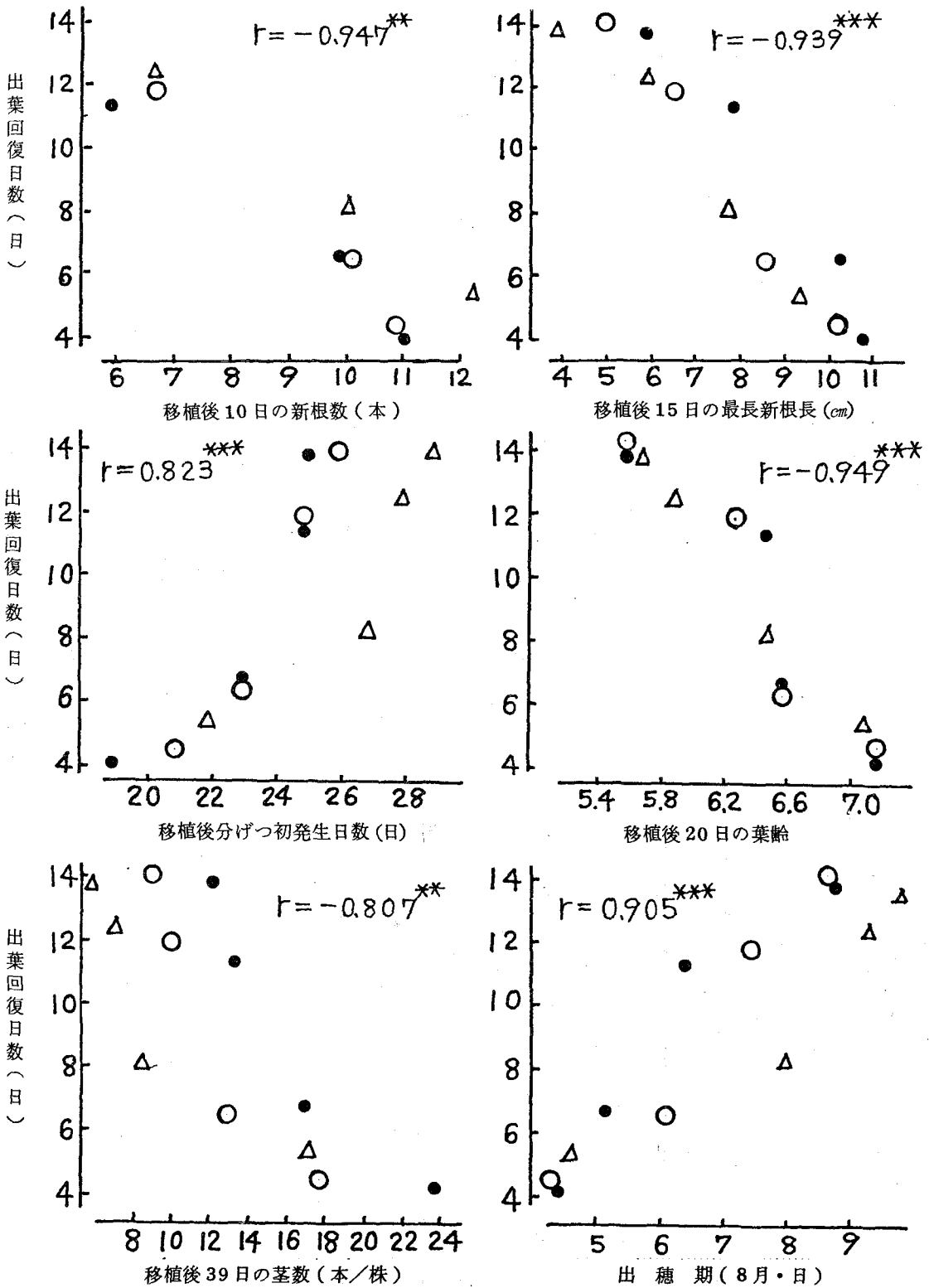


第2図 移植後の葉齢推移模式図



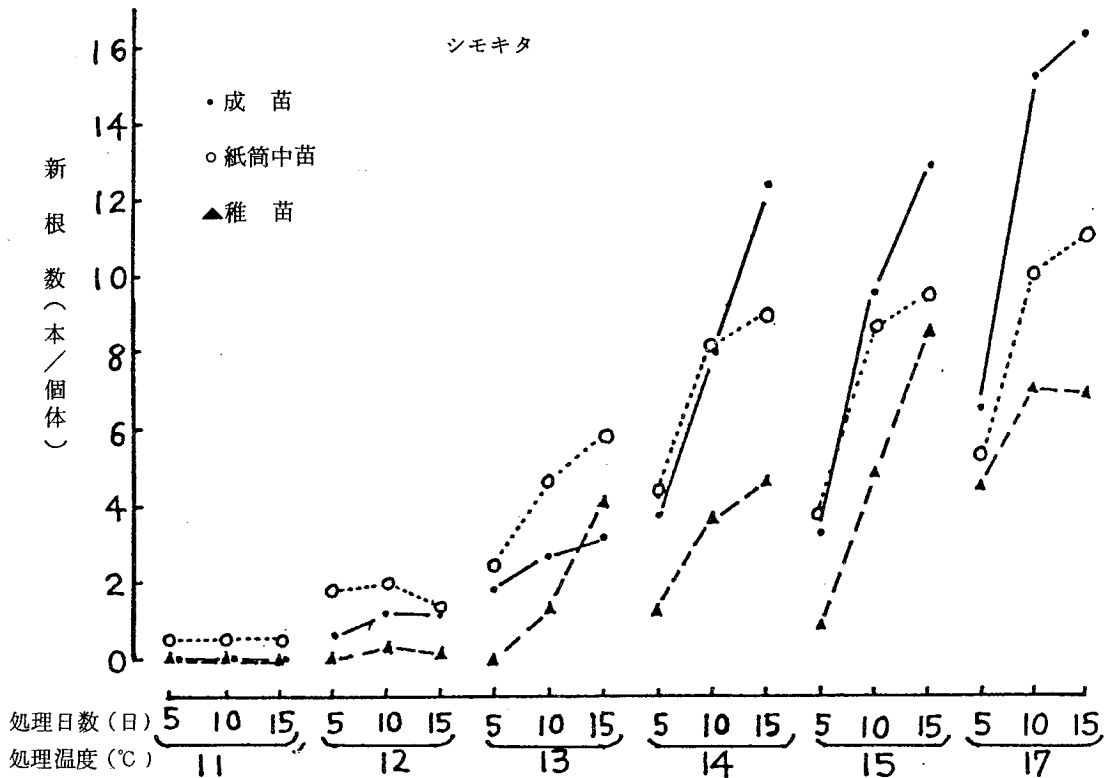
第3図 苗の根部処理と真の回復日(T)および重みづけ回復日(t)(模式図)

注) 冷水処理20日, $t_1=17.0$ 日, $t_2=18.3$ 日, $T_1=20.4$ 日, $T_2=19.4$ 日

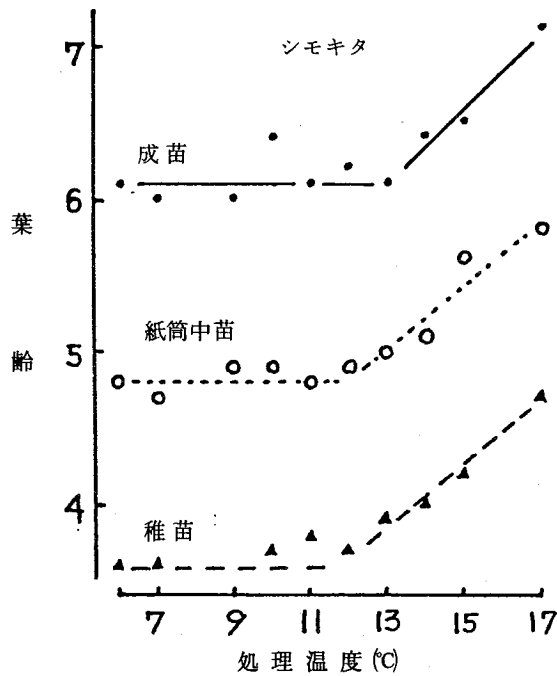


第4図 重みづけ出葉回復日数と移植後の各生育パラメータとの関係

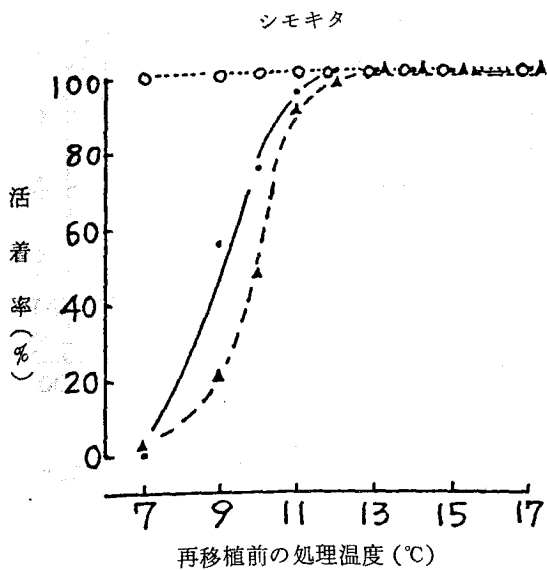
(●紙筒土付き苗, ○紙筒根洗い苗, △紙筒根切除苗)



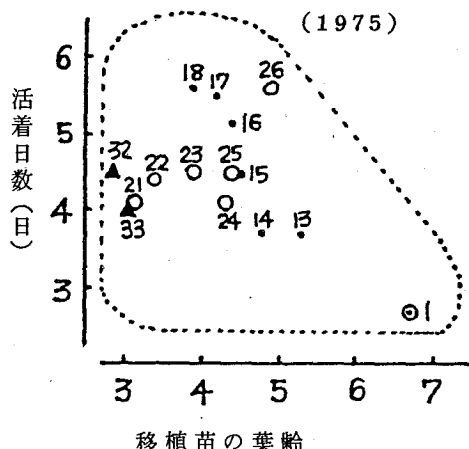
第5図 移植後の気温と新根発生



第6図 移植後15日間の気温と葉齢

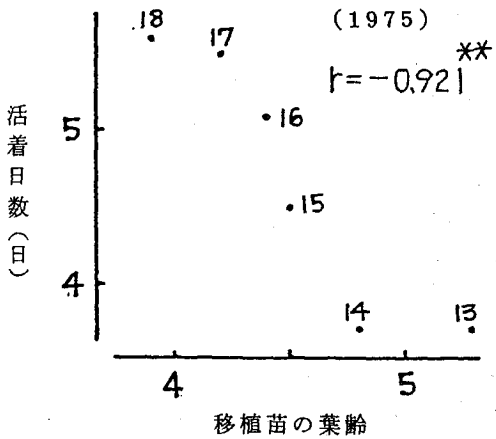


第7図 移植後15日間低温処理した個体を温水田に再移植した場合の活着率
(●成苗, ○紙筒中苗, ▲稚苗)

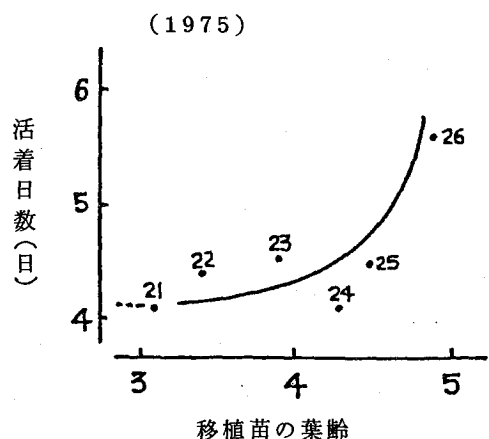


第8図 各種育苗条件をこみにした場合の移植苗の葉齢と活着日数との関係

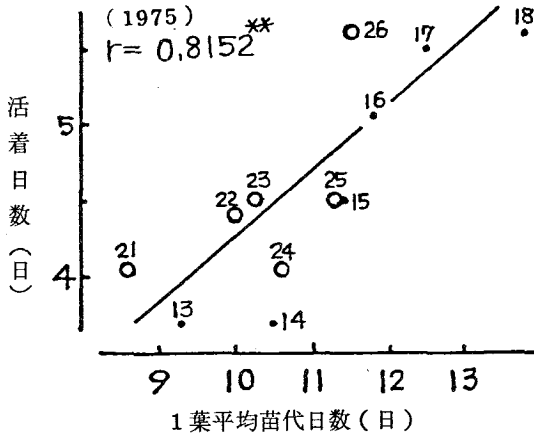
注) ◎成苗(1), ●播種量を変えた中苗(13; 50g, 14; 75g, 15; 100g, 16; 125g, 17; 150g, 18; 200g), ○苗代日数を変えた中苗(21; 20日, 22; 25日, 23; 30日, 24; 35日, 25; 40日, 26; 45日), ▲苗代日数を変えた稚苗(32; 20日, 33; 25日)。以上の注は14図まで同じ。



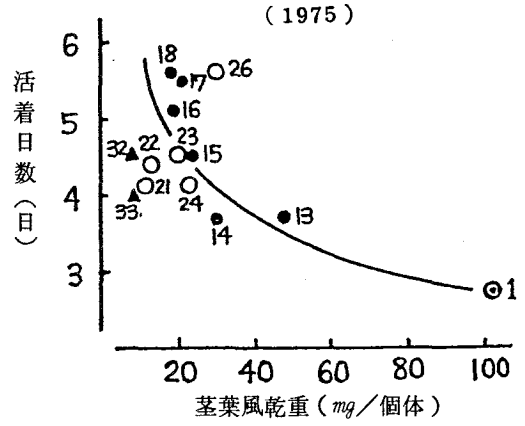
第9図 苗代日数を一定とし播種量を変えた移植苗の葉齢と活着日数との関係



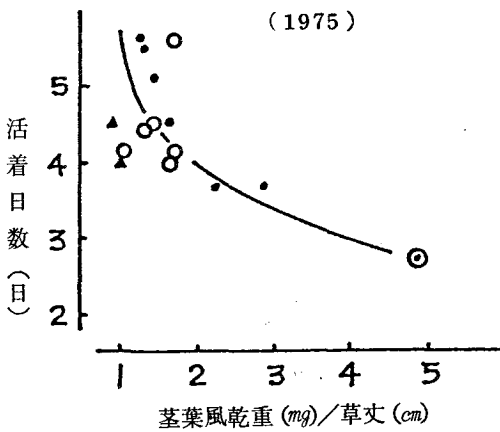
第10図 苗代日数試験における移植苗の葉齢と活着日数との関係



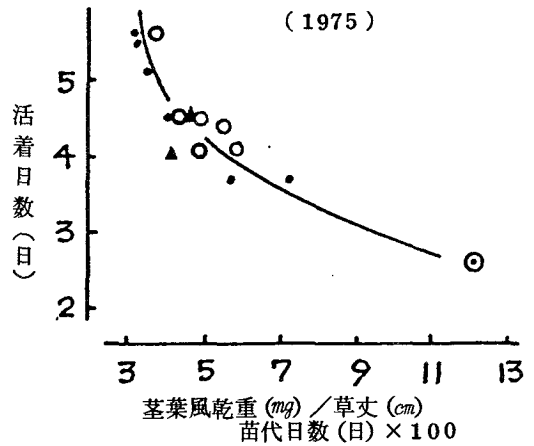
第11図 1葉平均苗代日数と活着日数との関係 (苗代日数播種量こみ・1葉平均苗代日数の算出は第1葉を除く)



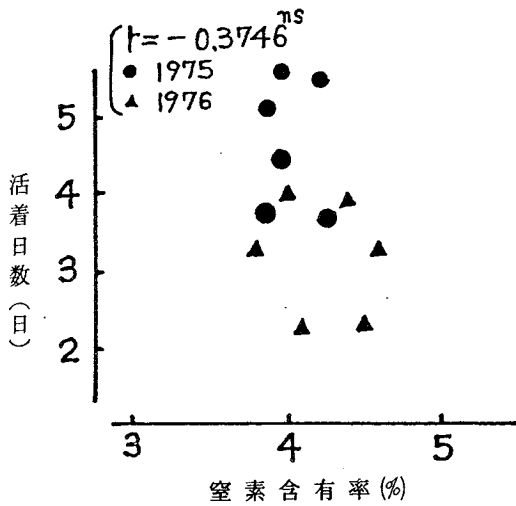
第12図 苗の茎葉風乾重と活着日数との関係



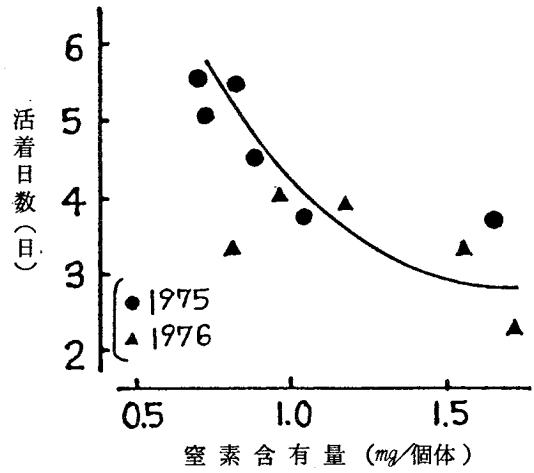
第13図 茎葉重/草丈と活着日数との関係



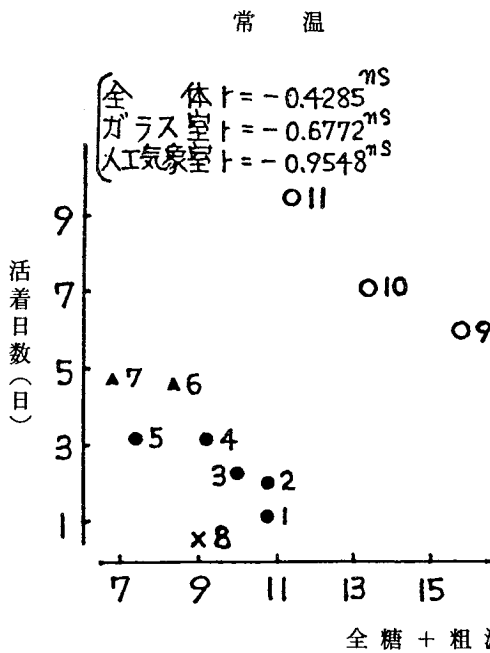
第14図 茎葉重/草丈/苗代日数と活着日数との関係



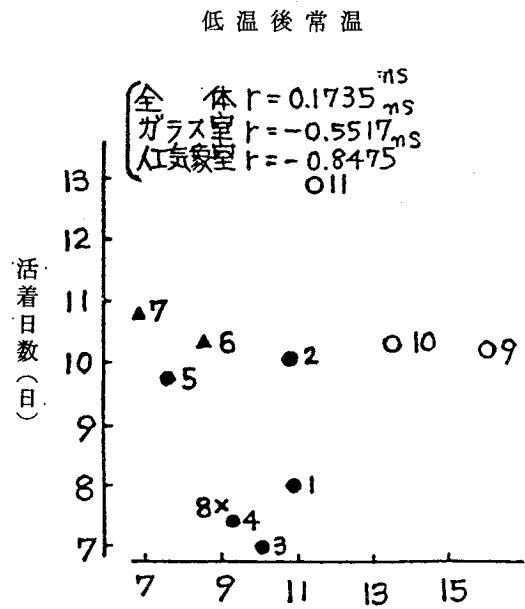
第15図 苗の窒素含有率と活着日数との関係



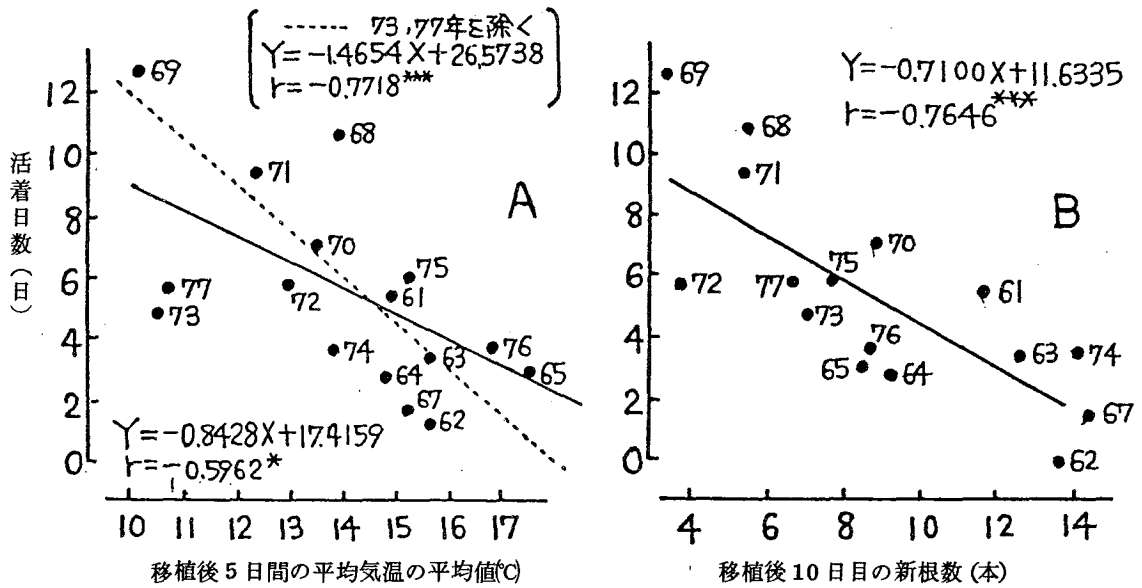
第16図 苗の窒素含有量と活着日数との関係



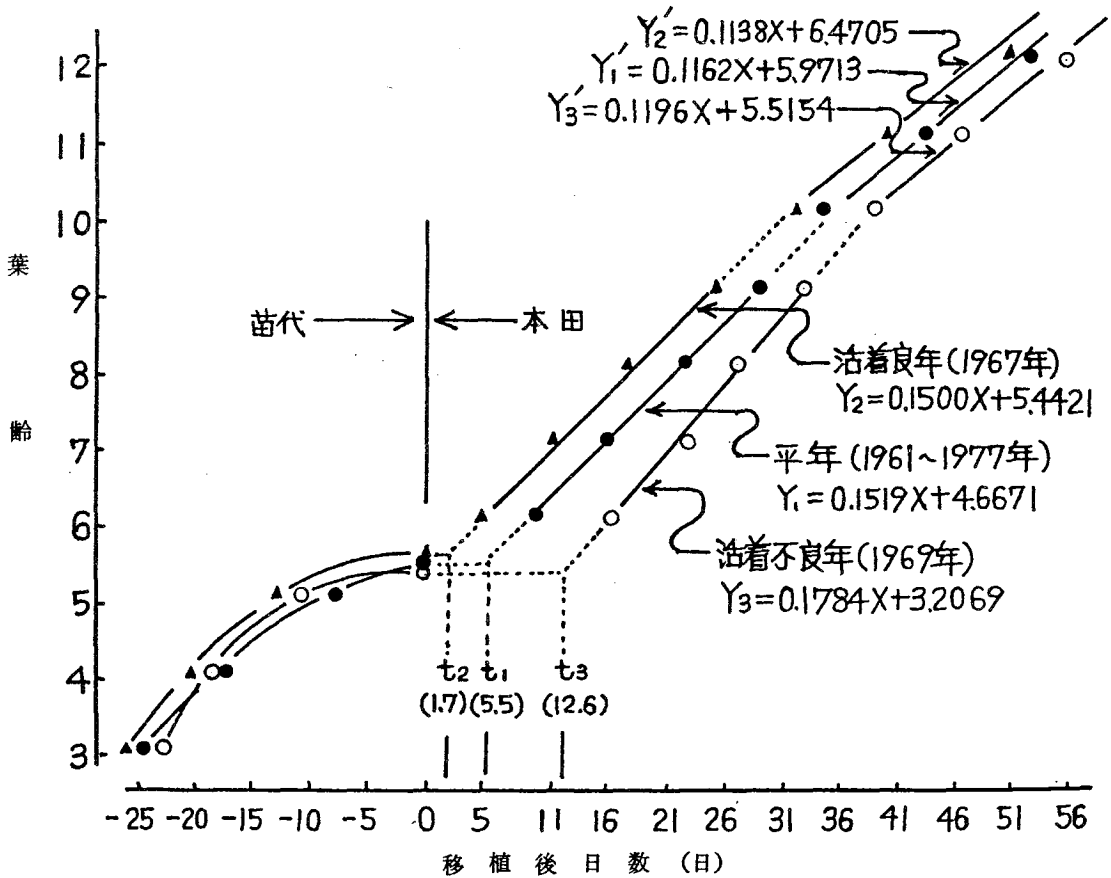
第17図 移植苗の全糖+粗澱粉含有率と活着日数との関係



注) ○人工気象室育苗34日苗(9;1粒,10;10粒,11;20粒),その他はガラス室育苗(●・1;34日苗,2;29日苗,3;24日苗,4;19日苗,5;14日苗)(▲・6;10粒29日苗,7;20粒14日苗)。以上品種ツツホナミ。(×・8;1粒24日苗・品種シモキタ)。粒数は5.8cm²当り播種粒数。



第18図 藤坂における活着日数と温度条件ならびに移植後新根数(図中の数字は年度)



第19図 活着の良年・平年・不良年の葉齢推移と活着期(t)

第 1 表 苗の違いによる生育ならびに収量の差異

区 別			出穂期	稈 長	穂 長	穂 数	総穂数	登熟歩合	収 量
試験地	品 種	苗の種類	(月・日)	(cm)	(cm)	(本/m ²)	(10粒/m ²)	(%)	(Kg/10a)
黒 石	レイメイ	成 苗	8. 10	73. 4	18. 8	432	4082	72. 9	642
		中 苗	8. 11	72. 7	18. 3	475	3786	74. 4	619
		稚 苗	8. 16	70. 9	17. 6	482	3630	75. 6	601
	ムツホナミ	成 苗	8. 12	78. 1	18. 2	512	4142	71. 8	644
		中 苗	8. 12	73. 2	17. 4	503	3647	79. 9	647
		稚 苗	8. 16	71. 0	16. 2	512	3520	78. 8	613
藤 坂	レイメイ	成 苗	8. 9	70. 3	19. 8	375	3825	74. 0	613
		稚 苗	8. 20	68. 7	16. 8	466	3519	70. 6	534

(1976年 ; 冷害年 , 移植 ; 5月20日)

審査結果の要旨

手植用水稲苗の移植後の活着に関する研究は多いが、寒地における機械移植用苗の活着については知見が乏しかった。著者は稲作にとって厳しい温度環境の青森県において、機械移植用でかつ安全多収の得られる育苗法、移植期の研究を進める過程で、苗の葉齢の推移に注目し、移植後の出葉速度が正常となる日（この日以降出葉間隔はほぼ一定となり、葉齢を縦軸に時間を横軸にとると、両者の関係は直線 $Y = ax + b$ であらわせる）を活着期と想定した。しかし、この日に到るまでの間に葉齢が緩徐に増加することを加味するために、直線 $Y = ax + b$ の延長が、移植時の苗齢を m とするときの直線 $Y = m$ と交る点を求めて、これを重みづけ回復日と名付けた。この回復日は、上述の活着期にくらべて現場との適合性が高いうえに従来の活着期とも時間的に一致するので、この数字化された重みづけ回復日を活着日として用いることを提案した。また、移植期が低温である北東北における活着力は、常温と低温両条件における移植後の生長パラメータの相対値を指標として比較するのが適当であるとし、活着期判定の裏付けに用いた。

以上の二方法の併用によって、1) 北東北における苗の活着限界気温は葉齢の大小に関わりなく約 13°C である。2) 苗の素質や活着の遅速は育苗条件による変動が大きく、活着の早い健苗は1葉平均苗代日数が小さく、葉齢が大きく、茎葉乾物重/草丈/苗代日数の優る苗であり、窒素、炭水化物の含有率、含有量の大きい苗である。3) 北東北における機械移植用苗としては稚苗より中苗の方が安全である、ことなどを明らかにした。

本業績は、北東北における機械移植用には中苗がよいことを明らかにして、現在9割以上の水田が中苗を用いるに到った現実に指導的役割を果たしたばかりでなく、寒地における移植後の活着過程にいくつかの新知見を加えたものであり、農学博士の学位を授与するに値すると判定した。