

水稲 ‘こいもみじ’ の湛水直播栽培における播種時期と適用地域

下澤秀樹・古土井悠*・上原由子

キーワード：播種時期，‘広島21’，‘こいもみじ’，落水出芽法，栽培可能マップ，湛水直播栽培

現在，広島県では，集落農場型農業生産法人の育成をすすめており，今後は大規模経営体の急激な増加が見込まれるなか，省力技術である水稲直播栽培導入の必要性が増大する。本県では1994年より湛水直播栽培試験を実施し，落水出芽法による出芽苗立の向上効果を確認するとともに，直播適性が高い品種として早生品種で‘ホウレイ’‘キヌヒカリ’を，中生品種で‘あきろまん’‘中生新千本’‘ヒノヒカリ’を選定した。しかし，北部・高冷地域における極早生品種の直播適性および低温条件下での出芽苗立安定化の検討は行っていない。そのため，本県の直播栽培は，前述の早生・中生品種を播種時期の日平均気温が14℃以上で播種するという県中南部限定の技術¹⁾にとどまっている。今後，県北部・高冷地域において直播栽培を推進するためには，より低温条件下で播種しても安定した出芽・苗立が得られることと，直播栽培に適した品種の導入が必要である。

近年，北海道（田中，2003）や東北地方（矢治，2002）などで，落水出芽を行うことにより，低温条件下においても苗立が安定することが確認されている。水稲 ‘こいもみじ’ は広島県で育成し，1998年に奨励品種に採用した。なお，‘こいもみじ’ は商標名であり，品種名は ‘広島21’ であるが，名称として ‘こいもみじ’ が一般的に使用されているため，本稿では商標名を使用する。‘こいもみじ’ は広島県の北部・高冷地（標高350～600m 地帯）に適応性を有し，耐冷性は極強で，いもち病抵抗性および倒伏抵抗性が強く，良食味の極早生品種である（前田ら，2000）。このため，北部・高冷地域における直播栽培

向け品種として有望と考えられる。

そこで，‘こいもみじ’ の落水出芽法を用いた湛水直播栽培の可能性について検討を行い，播種時期の温度条件と ‘こいもみじ’ の直播適性および栽培可能地域を明らかにしたので報告する。

材料および方法

試験は広島県立農業技術センター高冷地研究部（山県郡大朝町大朝）²⁾の圃場（標高385m，多湿黒ボク土）において ‘こいもみじ’ を供試して1999～2000年の2カ年実施した。

試験1．背負動力散布機による散播試験

1999年は，播種日を3水準（4月20日，4月28日，5月20日）設定した。代かきを播種の前日に行い，播種量は乾粒で3kg/10a，カルパー粉衣量を乾粒重量の2倍量として，播種当日に落水し背負動力散布機で散播した。水管理は，播種後は播種～出芽始まで落水し，その後湛水する落水出芽法で行い，出芽以降は移植栽培と同様に行い，中干しは幼穂形成期前の15～20日間に行った。除草管理は，除草剤のシハロホップブチル・ピラゾスルフロンエチル・ブタミホス粒剤を，4月20日播種区，4月28日播種区，5月20日播種区で，それぞれ5月11日，5月17日，6月3日の一回散布で行った。1区の面積は4月20日播種区が182m²，4月28日播種区が157m²，5月20日播種区が132m²の1区制で，同一圃場（A圃場）において実施した。

2000年は播種日を4月25日に設定し，1999年と同じA圃場で，同様の播種法・水管理法で試験を行った。面積は150m²の1区制で実施した。除草管理は，除草剤のシハロホップブチル・ピラゾスルフロンエチル・ブタミホス粒剤を5月18日の一回散布で行った。

施肥は兩年とも，10a当たり基肥として窒素：リン

*：元広島県立農業技術センター土地利用研究部長

¹⁾ 古土井ら，1999．長期落水管理による湛水散播直播栽培の生産安定技術．第31回農業技術センター研究成果発表会要旨集：61-72

²⁾ 2001年に本所に統合
平成17年5月12日受理

酸：加里＝3：4.5：3.5kg，追肥として4葉期に窒素：リン酸：加里＝2：3：2.4kgを施用した。穂肥は葉色診断に従って，出穂の20～24日前に窒素と加里を1～3kg施用した。

試験Ⅱ．手作業による埋め込み播種試験

2000年に播種日を5水準（3月31日，4月11日，4月20日，4月27日，5月10日）設定した。代かきを播種の2～4日前に行い，乾籾重量の2倍量でカルパー粉衣した籾を，播種密度を9×9cm（乾籾換算3.4kg/10a）とし，田面から1cmの深さに1粒ずつ手で播種した。水管理は試験Ⅰと同様に行った。ただし，3月31日播種区は過乾燥を防ぐため，播種後から出芽始の間の4月13日と4月24日に走り水を行った。1区の面積は0.81m²とし，3月31日，4月11日，4月20日，5月10日播種区は同一圃場（B圃場）において3区制，4月27日播種区は別圃場（C圃場）において2区制で実施した。

施肥はすべての試験区で試験Ⅰと同様に行った。除草管理は，B圃場においては，除草剤のエトベンザニド・イマゾスルフロン・ダイムロン粒剤を3月31日播種区，4月11日播種区，4月20日播種区，5月10日播種区で，それぞれ5月8日，5月12日，5月22日，5月26日の一回散布で行った。C圃場においては，シハロホップブチル・ピラズスルフロンエチル・ブタミホス粒剤を5月18日の一回散布で行った。

両試験とも苗立数の調査は3葉期に行い，米の検査等級の調査は農林水産省広島食糧事務所（現広島農政事務所）に依頼して行った。気温のデータは高冷地研究部敷地内にあるアメダス地点（大朝）の観測値を用いた。気温の平年値はアメダスの1979～2000年のデータを用いた。

結 果

1. 播種後の気温と苗立の関係

背負動力散布機による散播試験（試験Ⅰ）では，播種日が早いほど，播種～出芽始の日数が多くなった。また，播種～出芽始の平均気温が低いほど，苗立率は低下した。手作業による埋め込み播種試験（試験Ⅱ）においても，播種日が早いほど，播種～出芽始の日数は多くなった。また，B圃場において苗立率は播種～出芽始の平均気温が低いほど，苗立率は低下した（表1）。とくに3月31日播種区では苗立率が49%と低く，出芽始まで27日かかり，途中過乾燥防止のため走り水を必要とした。また，スズ

メノテッポウが繁茂するとともに，縞葉枯病が発生して草丈が低くなり出穂しない株が発生した。これは，スズメノテッポウがヒメトビウンカの発生源になったためと想定された。その他の試験区では，苗立率が60%以上となり，雑草や病虫害の問題は発生しなかった。

試験ⅠとⅡのデータを総合すると，播種後の気温と苗立率および播種～出芽始の日数との間にはそれぞれ相関関係が認められた（表2）。

2. 播種時期と生育時期

1999年は6月下旬から7月中旬まで気温が低く，平年と比較して出穂が遅い年であった。2000年は6月中旬から7月中旬まで気温が高く，平年と比較して出穂がやや早い年であった。両年とも4月20～28日に播種した場合，出穂期は8月上旬となり，成熟期は9月中～下旬となった。また，5月20日という遅い時期に播種した場合においても，出穂期は8月14日，成熟期が9月28日と十分に登熟可能であった（表3）。

3. 苗立数と収量

背負動力散布機による散播試験は，本県における湛水直播栽培の基準である，カルパー粉衣量を乾籾の2倍量とし，播種量を10a当たり乾籾で3kgとして行った。その結果，4月20～28日の播種で苗立数が65～68本/m²となり，収量は589～667kg/10aとなった。5月20日の播種においては苗立数が80本/m²となり，4月下旬播種に比べ，穂数が多く一穂籾数が少ない生育相を示し収量は596kg/10aとなった。いずれの試験区においても，倒伏は認められず，検査等級は1等となった（表4）。

考 察

1. 播種後の温度条件と苗立率

直播栽培においては，播種深度が浅いと耐倒伏性が低下し，深いと出芽率が低下する。古土井ら¹⁾は，背負動力散布機による散播において，最適な播種深度である4～10mmを確保するため，播種時の土壌表面の硬さは「ゴルフボールを地上1mの高さから落下させたとき，ボールの上部が土壌表面すれすれから1cm位まで沈み込む程度が適当」としている。このことから本試験では，手作業による埋め込み播種試験の播種深度を1cmに設定した。したがって，試験Ⅰと試験Ⅱは播種方法が異なるが，播種深度は同程度と考えられ，苗立に関するデータを総合して考察する。また，試験結果で播種後の気温と苗立率の間に正の相関関係が認められた。今回設定した9播

表1 ‘こいもみじ’の落水出芽法を用いた湛水直播栽培における播種日別の出芽始までの日数、平均気温と苗立率

播種方法	圃場	年次	播種日	出芽始日	播種～出芽始の日数(日)	播種～出芽始の平均気温(℃)	苗立率(%)
背負動力散布機による散播	A	1999	4月20日	5月4日	14	12.6	65
	〃	〃	4月28日	5月10日	12	13.5	68
	〃	〃	5月20日	5月27日	7	16.1	81
	〃	2000	4月25日	5月7日	12	11.9	61
手作業による埋め込み播種	B	2000	3月31日	4月27日	27	9.9	49
	〃	〃	4月11日	5月1日	20	10.7	62
	〃	〃	4月20日	5月9日	19	12.2	77
	〃	〃	5月10日	5月17日	7	13.3	84
	C	〃	4月27日	5月10日	13	13.1	71

a) 苗立率は3葉期に調査した。

表2 ‘こいもみじ’の落水出芽法を用いた湛水直播栽培における播種後の平均気温と苗立率および播種～出芽始の日数との相関係数

	相関係数	
	平均気温	苗立率
播種後5日	0.767*	-0.704*
播種後10日	0.770*	-0.926**
播種後15日	0.785*	-0.958**
播種～出芽始	0.780*	-0.853**

a) *：有意水準5%，**：有意水準1%

表3 ‘こいもみじ’の落水出芽法を用いた湛水直播栽培において播種期が各生育期に及ぼす影響

年次	播種期	出芽始日	出穂期	成熟期
1999	4/20	5/4	8/3	9/20
	4/28	5/10	8/5	9/22
	5/20	5/27	8/14	9/28
2000	3/31	4/27	7/29	9/10
	4/11	5/1	7/31	9/11
	4/20	5/9	8/4	9/15
	4/25	5/7	8/1	9/13
	4/27	5/10	8/1	9/10
	5/10	5/17	8/5	9/17

表4 ‘こいもみじ’の落水出芽法を用いた湛水直播栽培において播種期と苗立数が諸形質、収量および品質に及ぼす影響

年次	播種期	苗立数(本/m ²)	穂数(本/m ²)	1穂初数(粒/本)	精玄米重(kg/10a)	倒伏程度	検査等級
1999	4/20	65	336	78	609	無	1上
	4/28	68	410	83	667	無	1中
	5/20	80	478	65	596	無	1上
2000	4/25	66	370	67	589	無	1上

a) 播種量：乾籾3kg/10a，カルパー粉衣量：乾籾重量の2倍量，背負動力散布機による散播

種時期の播種～出芽始の日数の平均が約15日であり、播種後15日間の平均気温と苗立率および播種～出芽始までの日数の間の相関係数が最も高いことから、播種後15日間の平均気温を用いて考察する。

播種～出芽始の日数は播種後15日間の平均気温が高いほど短くなり、本試験のデータの範囲内では直線回帰で表された(図1)。また、播種後15日間の平均気温が高いほど苗立率は高くなり、本試験のデータの範囲内では直線回帰で表された(図2)。後述するように、移植栽培並の収量を確保するためには苗立率を60%以上確保する必要がある。図2の関係から、播種後15日間の平均気温が11℃を越えれば、60%以上の苗立率が得られると考えられた。

落水出芽法による湛水直播栽培において、北海道では播種後30日間の水温の平均値が16℃に達する日を播種早限とし、地域によって播種早限を平均気温が9.5℃～12.2℃の時期に設定している(田中, 2003)。東北地域の連絡試験では、播種後20日間の平均気温が13.5℃の低温条件までは苗立率の向上をもたらすことが明らかにされている(矢治, 2002)。また宮城県では、播種後15日間の平均気温が11.9℃の場合でも、落水出芽法であれば苗立率が70%程度と、湛水出芽法(同60%程度)を上回ったことが報告されている(酒井ら, 1997)。

従来、寒冷地における湛水直播栽培は、播種後の地温を確保するため湛水出芽法を用いていた。しかし、湛水出芽法は、浮き苗や転び苗、表層剥離の発生による苗立率の低下や耐倒伏性の低下といった不安定要素を抱えているため、落水出芽法で一定の苗立率が得られることが必要である。本試験においては落水出芽法と湛水出芽法の比較は行っていないが、落水出芽法により、播種後15日間の平均気温が11℃という低温条件下においても60%以上の苗立率が確保された。したがって、寒冷地においても落水出芽法による安定的な湛水直播栽培が可能である。

2. 苗立率と収量

「こいもみじ」を栽培する上での目標は、移植栽培において、収量600kg/10a、検査等級1等である。本試験では、カルパー粉衣量を2倍とし、乾糶3kg/10aを背負動力散布機で散播した1999年の4月20日、4月28日、5月20日および2000年の4月25日播種の4試験区で、589～667kg/10aの収量を得て、倒伏は見られず検査等級1等を確保できた。このことは、「こいもみじ」は直播栽培適性が高く、移植栽培並の収量・品質の確保が可能であることを示している。

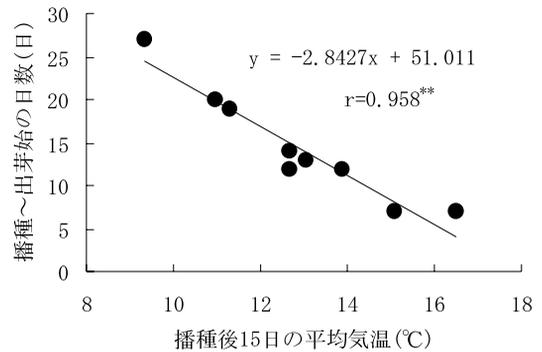


図1 「こいもみじ」の落水出芽法を用いた湛水直播栽培における播種後15日間の平均気温と播種～出芽始の日数との関係

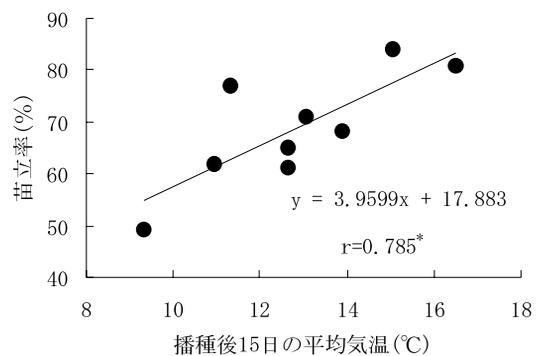


図2 「こいもみじ」の落水出芽法を用いた湛水直播栽培における播種後15日間の平均気温と苗立率との関係

589～667kg/10aの収量は、苗立数が65～80本/m²で得られている。この苗立数を確保するためには、播種量3kg/10aの場合、苗立率で約60～80%を得ることが必要となる。播種後15日間の平均気温が11℃を越えれば苗立率が60%以上となるため、従来の播種量3kg/10aで、播種後15日間の平均気温が11℃を下回らない時期に播種を行えば、移植栽培と同等の収量600kg/10aを確保できると考えられる。

このことから、「こいもみじ」を用いれば、従来の「播種時期の日平均気温が14℃」という播種条件¹⁾より低温条件で湛水直播栽培が可能であり、県内の北部・高冷地域においても湛水直播栽培を導入できることが明らかと

なった。播種後15日間の平均気温が11℃を下回る低温条件下では苗立率が低下するが、播種量を増やすことにより65本/m²以上の苗立数を確保できると考えられる。しかし、出芽までの日数が長く落水期間が長くなるため、畑雑草が発生しやすくなる。本試験のようにスズメノテッポウが繁茂すると害虫の発生につながる危険性もある。また、天候によっては過乾燥防止のための水管理が必要といった問題があるため、極端な低温条件下での播種は実用的でない。

実際の普及場面においては、気象の年次変動や様々な圃場条件を考慮して栽培管理を行う必要がある。ポイントは苗立数の確保なので、以下のことに留意したい。1) 落水期間中に漏水が心配されるほどの亀裂が生じる場合は、走り水程度に灌水する。2) 排水不良田など苗立率が低くなると予想される場合は、播種量は3.5~4 kg/10 aで取り組み始め、苗立率を確認してから播種量を調整して1 m²当たり65~80本程度の苗立数を確保する。

3. 湛水直播可能マップ

県内の北部・高冷地域における、播種後15日間の平均気温が11℃を越える播種日とその日の気温をアメダスデータの日平均気温の平年値から算出した(表5)。この結果、全地点とも日平均気温が10℃を越える時期であれば、播種後15日間の平均気温は11℃以上となる。そこで、本試験の播種日と出穂期のデータから温度別 DVR (発育速度) を求めて出穂予測モデルを作成し、上原ら (1999) の広島県メッシュ気候値 (平年値, 1 km メッシュ) を用いて ‘こいもみじ’ の気温条件からみた湛水直播可能マップを作成した(図3)。日平均気温が10℃の時期に播種した場合に、予測出穂日が出穂晩限日 (出穂後40日間の積算気温が880℃以上となる最も遅い日) よりも6日以上早い地点を適地、5日前~出穂晩限日となる地点を準適地として示した。なお、‘こいもみじ’ は普及奨励地域が標高350~600m であるため(前田ら, 2000)、この範囲でマップを作成した。栽培の限界は標高でみると概ね550m 以下となり、‘こいもみじ’ の普及奨励地域の大部分で、日平均気温10℃で播種することにより湛水直播栽培が可能である。

4. 湛水直播栽培導入による水稲作の作業分散

これまで、北部・高冷地域での水稲栽培は移植栽培に頼っており、移植時期・収穫時期の作業幅や経営規模に限界があった。しかし、湛水直播栽培を導入することでこれらの限界を超えることが可能である。例えば、試験を行った大朝町 (標高385m) では4月下旬播種の直播裁

培の出穂期は8月上旬となり、一般の5月上旬田植の移植栽培の出穂期が7月下旬であることと比較して出穂・成熟期が遅い。したがって、図4に示すように、4月下旬は直播栽培の播種を行い、5月上中旬は移植栽培の田植と直播栽培の播種を組み合わせるといった栽培体系をとることにより、出穂期・収穫期の幅も広がるため、作業分散や作付規模拡大が可能となり、大規模経営体の経営の選択肢が増加する。

表5 県内アメダス地点において播種後15日間の平均気温が11℃になる播種日とその日平均気温

地点	標高 (m)	月 日	日平均気温(℃)
高野	570	4月17日	8.8
油木	510	4月16日	9.2
大朝	385	4月13日	9.3
世羅	330	3月30日	9.4
庄原	300	4月8日	9.9

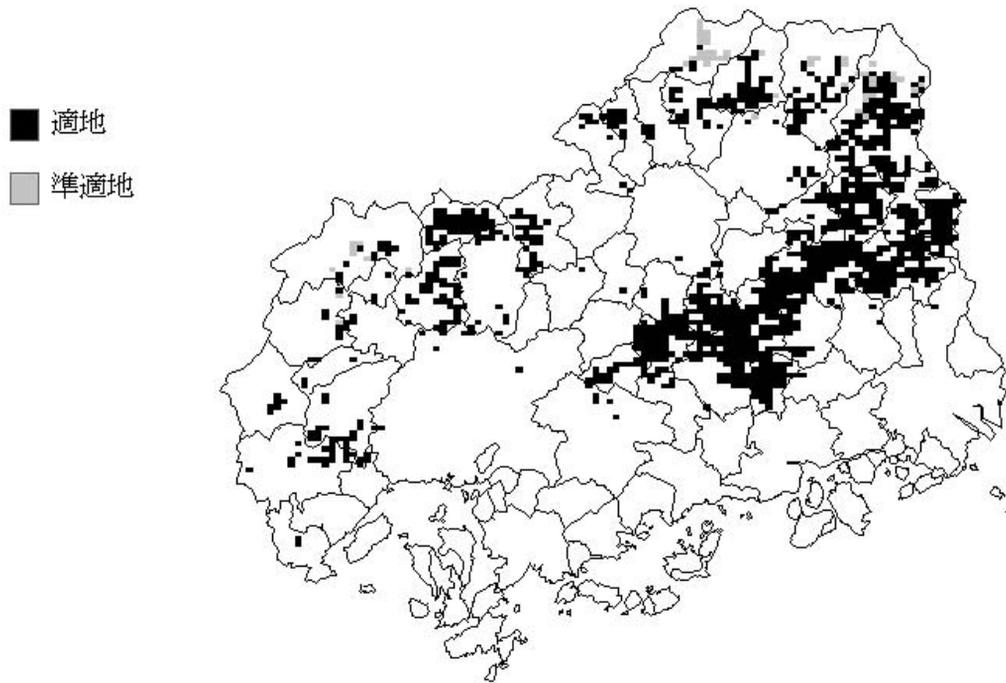


図3 ‘こいもみじ’の普及奨励地域（標高350～600m）における気温条件からみた湛水直播栽培可能マップ

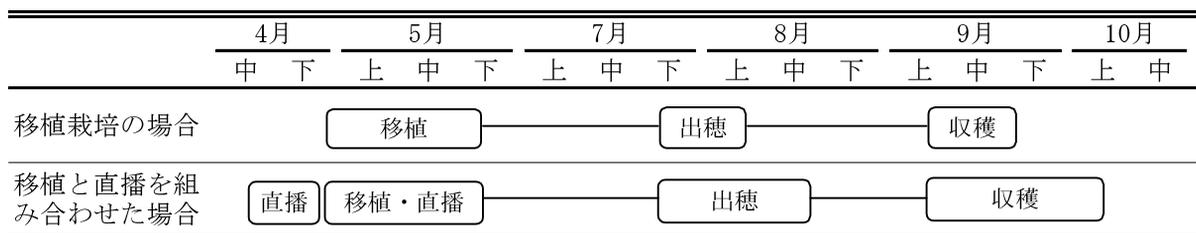


図4 大朝町において移植栽培と落水出芽法を用いた‘こいもみじ’の直播栽培を組み合わせた栽培体系の作業時期

摘 要

これまで広島県では、水稻湛水直播栽培は播種時期の日平均気温が14℃以上という条件がついた、県中南部限定の技術であった。そこで、本県で育成した北部・高冷地域向け品種‘こいもみじ’の湛水直播栽培への適性を明らかにし、北部・高冷地域において湛水直播栽培の導入が可能であることを示した。

1. 落水出芽法を用いた湛水直播栽培において、播種後15日間の平均気温が11℃を越えれば、苗立率60%以上を確保できた。
2. 苗立率が60%以上であれば、従来の播種量 3 kg/10a で苗立数65本/m²以上を確保できた。
3. 苗立数が65～80本/m²であれば、倒伏はなく、移植栽培と同等の600kg/10a 前後の収量と検査等級1等が確保され、直播栽培に対する適性が高かった。
4. 日平均気温が10℃を越える時期に播種すれば、播種後15日間の平均気温が11℃を越える。
5. 播種時期の日平均気温14℃以上という従来の条件と比較し、より低温条件の日平均気温10℃を越える時期から直播栽培が可能であることを明らかにした。
6. 気温条件から、広島県においては標高550m 以下の地域で‘こいもみじ’の湛水直播栽培が可能であり、湛水直播可能マップを作成した。

謝 辞

本研究の実施にあたっては、当センター高冷地研究部（当時）の研究員、技術員諸氏に多大なご協力をいただいた。また、米の検査等級の調査は農林水産省広島食糧事務所（当時）にご協力いただいた。ここに深く感謝の意を表する。

引用文献

- 前田光裕・伊藤夫仁・中藪正之・中澤征三郎・前田博文・保科亨・土屋隆生・土居嘉明. 2000. 水稻新品種‘広島21’（米の商標名‘こいもみじ’）の育成について. 広島農技セ研報. 68:1-11.
- 酒井博幸・田中良・伊藤修. 1997. 水稻直播栽培における出芽期の水管理. 東北農業研究. 50:3-4.
- 田中英彦. 2003. 落水出芽法までの道のり. 水稻直播研究会会誌. 第16号:15-35.
- 上原由子・原田昭彦・高橋宏三. 1999. 広島県農業情報システムの構築. 第1報 気象データベースの作成と利用. 広島農技セ研報. 67:1-17.
- 矢治幸夫. 2002. 東北地域における水稻直播栽培の研究と普及の展望. 水稻直播研究会会誌. 第14号:28-39.

Optimum Seeding Time and Applicable Region in Hiroshima Prefecture to Direct Sowing Cultivation in Submerged Paddy Field of Rice Variety ‘Hiroshima 21’(Brand Name‘Koimomiji’)

Hideki SIMOZAWA, Yutaka FURUDOI and Yuko UEHARA

Summary

On direct sowing cultivation in submerged paddy field in Hiroshima prefecture, it has been presented the guideline that the daily mean air temperature at seeding time should become 14°C and over. Therefore, this cultivation has been applicable only to the warm and low-altitude region of Hiroshima prefecture.

Then, the aptitude for direct sowing cultivation in submerged paddy field of ‘Koimomiji’ suitable for the cool and high-altitude region developed by Hiroshima prefecture was examined. Consequently, it was shown that if ‘Koimomiji’ was used, it is possible to spread direct sowing cultivation in submerged paddy field to the cool and high-altitude region of Hiroshima prefecture.

1. In the case of direct sowing cultivation in submerged paddy field using drainage after seeding, when the mean air temperature during 15 days after seeding was over 11°C, the seedling establishment rate was 60% and over
2. When the seeding rate was 3 kg /10 a, the seedling establishment number came to 65 plants/m² and over on the condition that the seedling establishment rate was 60% and over.
3. When the seedling establishment number was in the range of 65 to 80 plants/m², no lodging occurred and the grain yield was about 600 kg/10 a as much as transplanting cultivation, and the inspection grade was the first. Therefore, ‘Koimomiji’ was admitted to have high aptitude for direct sowing cultivation in submerged paddy field.
4. The mean air temperature during 15 days after seeding becomes over 11°C when the daily mean air temperature at seeding time is over 10°C.
5. As the above result, direct sowing cultivation in submerged paddy field is possible under the cool condition that the daily mean air temperature at seeding time is over 10°C. This temperature is lower than 14°C previously presented guideline.
6. Taking account of the condition of air temperature, it is possible to spread direct sowing cultivation in submerged paddy field using ‘Koimomiji’ to the area under 550 m altitude in Hiroshima prefecture. Then, we created the cultivation map which shows the possible region of direct sowing cultivation in submerged paddy field using ‘Koimomiji’ in Hiroshima prefecture.

Key Words : seeding time, ‘Hiroshima 21’, ‘Koimomiji’, drainage management, cultivation map, direct sowing cultivation