

# 水稲湛水直播栽培の播種方法による イネとノビエの葉齢進展の違い

公益財団法人  
日本植物調節剤研究協会研究所  
技術顧問

小山 豊

## はじめに

米価の低迷や生産者の高齢化など米生産をめぐる環境はますます厳しくなっている中で、水稲の省力、低コスト栽培が求められている。低コスト栽培として期待されているのは直播栽培であるが、その普及は必ずしも順調に進んでいるとは言えない。その要因の一つとして、雑草防除技術が難しいことがあげられる。移植栽培では、雑草の発生に対して移植時の稲のステージが大きいことの有利性を利用して除草剤による雑草防除技術が確立している。しかし、直播栽培ではイネと雑草の生育ステージの差を利用することができず、雑草防除や除草剤による葉害には細心の注意が必要である。

ここでは、直播栽培のうち特に最近増加傾向である湛水直播栽培を取り上げる。水稲湛水直播栽培には、カルパー粉衣種子による土中播種と、鉄粉衣種子による表面播種が多く普及している。特に、近年、鉄粉衣表面播種による湛水直播栽培が増加している。

両者の違いは、まず、カルパー粉衣土中播種では代かき土中1cm程度に播種するのに対して、鉄粉衣表面播種では代かき田面のほぼ表面に播種することである。また、播種後の水管理も異なる。カルパー粉衣土中播種では、播種後一定期間の落水の後、イネ1葉期頃から入水するのが一般的である。一方、鉄粉衣表面播種では播種後間断かんがいをを行い、イネ1葉期頃から

入水することが推奨されており、それぞれ特徴がある。

湛水直播栽培においては、移植栽培以上に除草剤の利用技術は重要であり、使用方法を誤ると除草剤による葉害や除草の失敗で減収が甚大となることがあるので注意が必要である。

除草剤を利用する上では、水稲に安全な葉齢の早限と最も重要な雑草であるノビエの殺草限界の葉齢との関係が重要であり、イネの生育とノビエの生

育との関連を明らかにする必要がある。個別には、湛水直播栽培におけるイネの生育とノビエの生育について調査している事例があるが（田口ら 2003, 小山・深山 1990, 上野 2002), 全国的な傾向を明らかにした例はまだない。

## とりまとめ方法

公益財団法人日本植物調節剤研究協

表-1 湛水直播栽培除草剤試験のデータ供試場所

地域	略称	試験場所	播種法		
			平成24年度	平成25年度	
北海道	北海道上川	北海道総合研究機構 上川農業試験場	カルパー土中	—	
	J北海道	植調協会北海道試験地	—	カルパー土中	
	山形（農総研）	山形県農業総合研究センター	鉄表面	カルパー土中	
	山形（水田農業）	山形県農業総合研究センター 水田農業試験場	—	鉄表面	
東北	青森	（地独）青森県産業技術センター 農林総合研究所	カルパー土中	カルパー土中	
	岩手	岩手県農業研究センター	カルパー土中	カルパー土中	
	宮城古川	宮城県古川農業試験場	カルパー土中	鉄表面	
	J古川	植調協会古川試験地	鉄表面	鉄表面	
	秋田	秋田県農業試験場	カルパー土中	カルパー土中	
北陸	福島会津	福島県農業総合センター 会津地域研究所	カルパー土中	カルパー土中	
	新潟	新潟県農業総合研究所 作物研究センター	鉄表面	鉄表面	
	石川	石川県農林総合研究センター	カルパー土中	—	
	福井	福井県農業試験場	カルパー土中	カルパー土中	
	J福井	植調協会福井試験地	—	カルパー土中	
	富山	富山県農林水産総合技術センター 農業研究所	—	カルパー土中	
	J富山	植調協会富山試験地	鉄表面	カルパー土中	
	関東東海	J牛久	植調協会研究所牛久	鉄表面	鉄表面
	岐阜	岐阜県農業技術センター	鉄表面	鉄表面	
	J滋賀	植調協会滋賀試験地	カルパー土中	—	
近畿中国四国	京都丹後	京都府農林水産技術センター 農林センター丹後農業研究所	カルパー土中	カルパー土中	
	兵庫	兵庫県立農林水産技術総合センター	カルパー土中	—	
	J兵庫	植調協会兵庫試験地	—	カルパー土中	
	J奈良	植調協会奈良試験地	鉄表面	—	
	J広島	植調協会広島試験地	カルパー土中	カルパー土中	
	山口	山口県農林総合技術センター	カルパー土中	カルパー土中	
九州	J岡山倉敷	植調協会岡山倉敷試験地	鉄表面	—	
	佐賀	佐賀県農業技術研究センター	カルパー土中	カルパー土中	
	J福岡	植調協会福岡試験地	鉄表面	鉄表面	

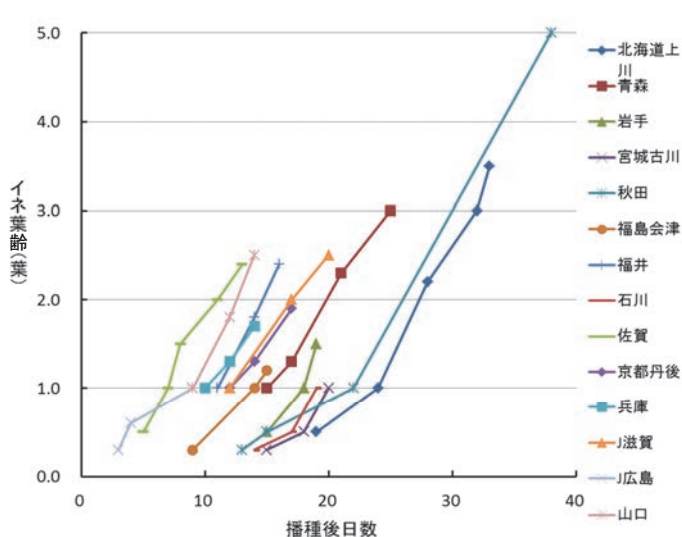


図-1 カルパー粉衣土中播種におけるイネの葉齢の進展の試験場所による相違 (平成 24 年度)

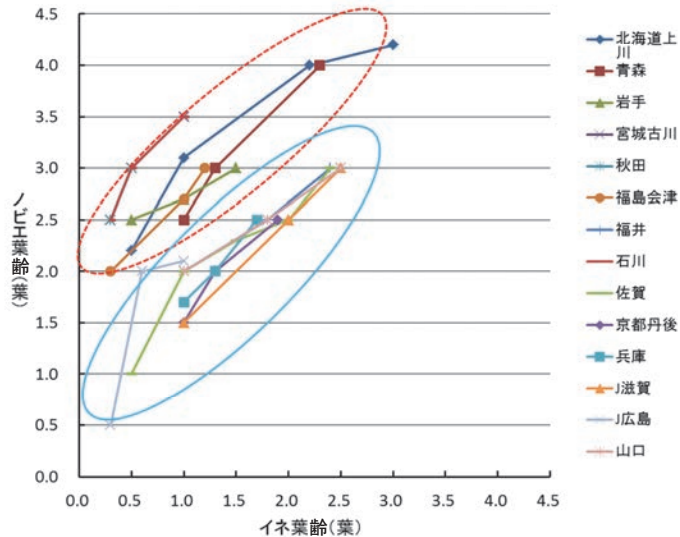


図-2 カルパー粉衣土中直播におけるイネとノビエの葉齢の進展 (平成 24 年度)

会 (以下、植調協会と略記) がとりまとめている、水稲関係除草剤適 2 試験の湛水直播栽培のデータを使用した。これらのデータの中でイネ播種後からある程度の期間のイネとノビエの葉齢のデータがそろっている試験場所を抽出し、表-1 に示したように、平成 24 年度はカルパー粉衣土中直播栽培を実施している試験場所 14 カ所、鉄粉衣表面播種栽培を実施している試験場所 9 カ所の合計 23 カ所のデータを整理解析した。また、平成 25 年度は、カルパー粉衣土中播種 16 カ所、鉄粉衣表面播種 7 カ所の合計 23 カ所を用いた。除草剤試験において、水稲の葉齢は不完全葉を含まず完全葉数の平均値を、ノビエの葉齢はその時の最大値を示したものである。

各試験場所によりタイヌビエ、ヒメタイヌビエ、イヌビエ等発生する種が異なり、また混成していることもあるが、ノビエとして取り扱った。また、自然発生のみで試験を実施している場合と水稲播種時に休眠覚醒種子を散布して試験を実施している場合が混在している。さらに、供試されたイネの品種は様々で、カルパー、鉄ともに粉衣前の種籾の浸漬時間や温度などの詳細なデータはない。

イネとノビエの葉齢の進展と気象条件との関係を明らかにするため、葉齢はそれぞれ 2 葉期に達するまでの日数を算出し、ほぼ 2 葉期に該当すると考えられるイネ播種後 15 日間の日平均気温の平均値 (以下「播種後の平均気温」という) を算出した。気温のデータは、植調協会とりまとめた「水稲関係除草剤適 2 試験 (直播栽培, 畦畔, 休耕田) 成績集」に掲載されている各試験場所の気象表による。

## 結果の概要

カルパー粉衣土中直播における各試験場所のイネの葉齢の進展を図-1 に示した。北海道、東北、北陸から西南暖地に行くにしたがって播種後の葉齢の進展は早い傾向であった。また、各試験場所のノビエの葉齢の進展を整理したが、イネと同様に北海道、東北、北陸から西南暖地に行くにしたがって播種後の葉齢の進展は早い傾向であった (データ省略)。

カルパー粉衣土中播種における各試験場所のイネとノビエの葉齢の進展の関係を図-2 に示した。前述したように、ノビエの葉齢は最大値で、イネの葉齢は平均値で示している。イネの葉

齢は平均値に比べ 0.3 ~ 0.5 葉小さいかが (未発表), このことを考慮しても、全体としてはノビエの葉齢は早く進むことがうかがわれる。また、北海道、東北、北陸の地域では、西南地域よりイネとノビエの葉齢の進展の差が大きい傾向であった。

以上のような、試験場所によるイネとノビエの葉齢の進展との関係については、試験場所による播種時期の違いと播種時の温度の違いが考えられる。そこで、イネ及びノビエの 2 葉期に達するまでの日数と播種後の平均気温を算出したのが表-2 である。

播種日は 4 月下旬から 6 月上旬まで様々である。全体的な傾向としては、播種時期が早いほど播種後 15 日間の気温が低く、遅いほど高い傾向であるが、必ずしもそうではない。そこで、播種後の平均気温とイネ及びノビエの 2 葉期になるまでの日数との関係を図-3 に示した。イネとノビエのいずれも播種後の平均気温が低いほど 2 葉期までの日数が多く、気温が高いほど 2 葉期まで日数が少なくなった。計算上、2 葉期に達するまでの日数はノビエに比べイネでは播種後の平均気温が 10℃では 8.7 日、平均気温 15℃では 7.3 日、20℃では 5.6 日多く要した。

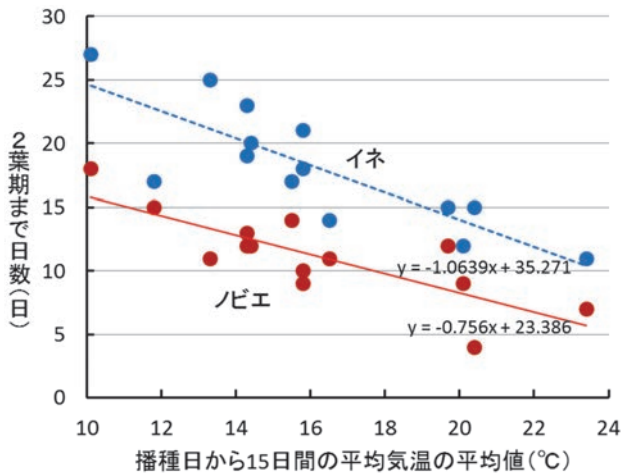


図-3 カルパー粉衣土中直播におけるイネとノビエの生育の差 (平成 24 年度)

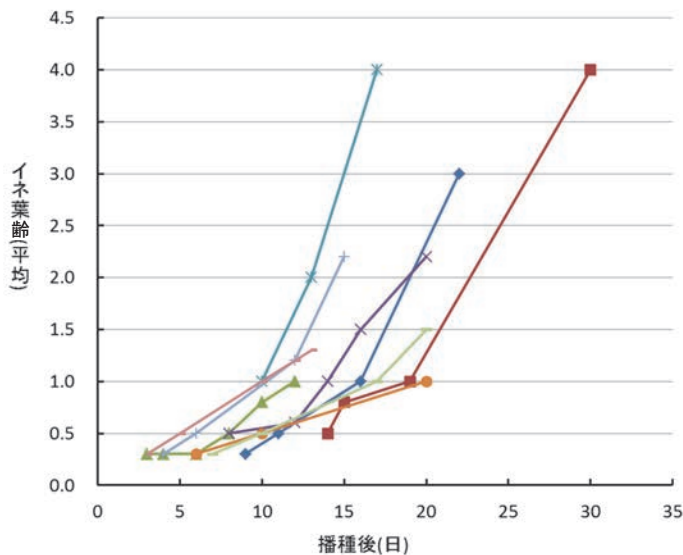


図-4 鉄粉衣表面播種におけるイネの葉齢の進展の試験場所による相違 (平成 24 年度)

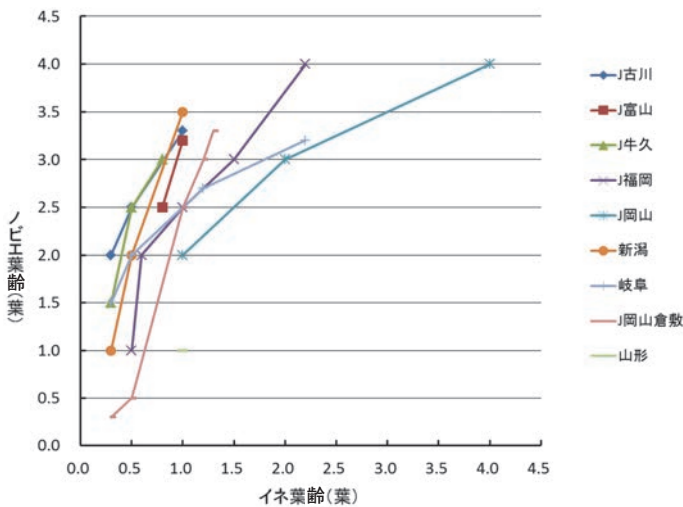


図-5 鉄粉衣表面播種におけるイネとノビエの葉齢の進展 (平成 24 年度)

鉄粉衣表面播種における各試験場所のイネの葉齢の進展を図-4に示した。J富山, 新潟, 山形, J古川などの東北,

葉齢の進展の関係を図-5に示した。カルパー粉衣土中播種と同様にイネの葉齢に比べてノビエの葉齢は早く進展し

表-2 平成 24 年度, 各試験場所の播種時期, 播種後の気温及びイネとノビエの 2 葉期まで日数

播種法	試験場所	播種日 (月/日)	播種後15日間の平均気温の平均値 (°C)	イネ2.0葉期までの日数 (日)	ノビエ2.0葉期までの日数 (日)
カルパー粉衣土中播種	北海道上川	5/11	10.1	27	18
	青森	5/16	14.3	19	13
	岩手	5/10	14.4	20	12
	宮城古川	5/11	14.3	23	12
	秋田	5/10	13.3	25	11
	福島会津	5/14	15.8	18	9
	福井	5/7	16.5	14	11
	石川	5/2	15.8	21	10
	佐賀	6/12	23.4	11	7
	京都丹後	5/11	15.5	17	14
	兵庫	5/25	19.7	15	12
	J滋賀	4/30	11.8	17	15
	J広島	5/27	20.4	15	4
	山口	5/18	20.1	12	9
鉄粉衣表面播種	J古川	5/16	15.8	18	9
	J富山	4/27	16.1	23	12
	J牛久	5/23	18.9	18	6
	J福岡	4/25	19.4	19	12
	J岡山	6/15	23.5	13	10
	新潟	5/2	14.9	26	10
	岐阜	6/5	22.2	14	6
J岡山倉敷	6/11	22.8	19	8	

注) 試験場所の調査データがない場合には, 図から数値を読み取った。

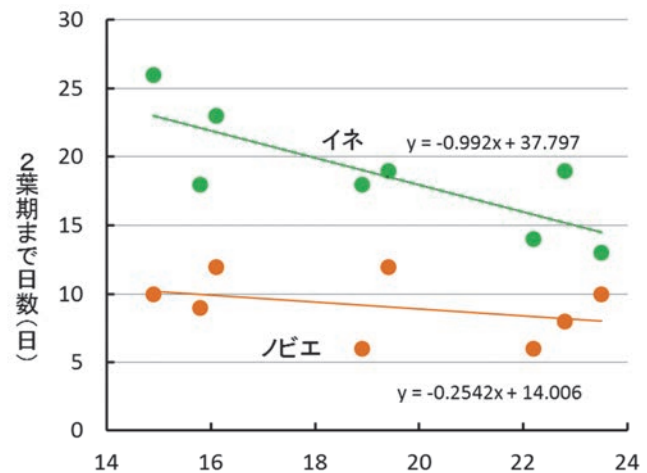


図-6 鉄粉衣表面播種におけるイネとノビエの生育の差 (平成 24 年度)

北陸地域の試験場所では葉齢の進展が遅く, J岡山倉敷, J岡山, 岐阜などの温暖地以西で早い傾向であった。鉄粉衣表面播種におけるイネとノビエの葉

た。しかし, カルパー粉衣土中播種において見られたような東北地域と西南地域との地域差は明瞭ではなかった。

カルパー粉衣と同様に鉄粉衣表面播種においても, 播種後の平均気温とイネ及びノビエの 2 葉期まで日数との関係を整理した(図-6)。カルパー粉衣土中播種の場合と同様にイネとノビエのいずれも播種後の平均気温が低いほど 2 葉期までの日数が大きく, 気温が高いほど 2 葉期まで日数が小さくなった。2 葉期に達するまでの日数のイネとノビエの差は, 計算上,



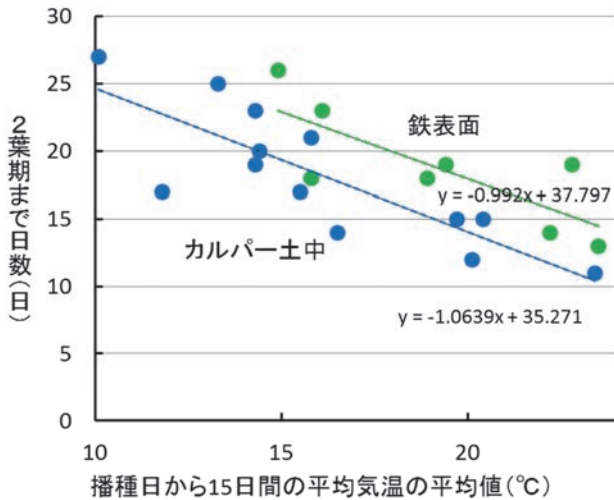


図-7 イネ 2 葉期まで日数の播種法による違い (平成 24 年度)

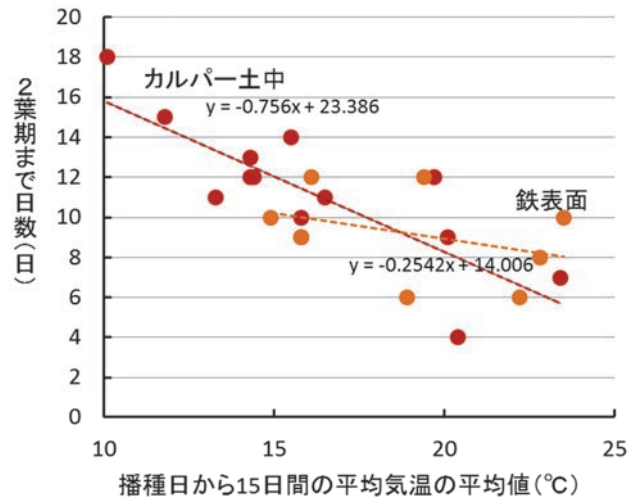


図-8 ノビエ 2 葉期まで日数の播種法による違い (平成 24 年度)

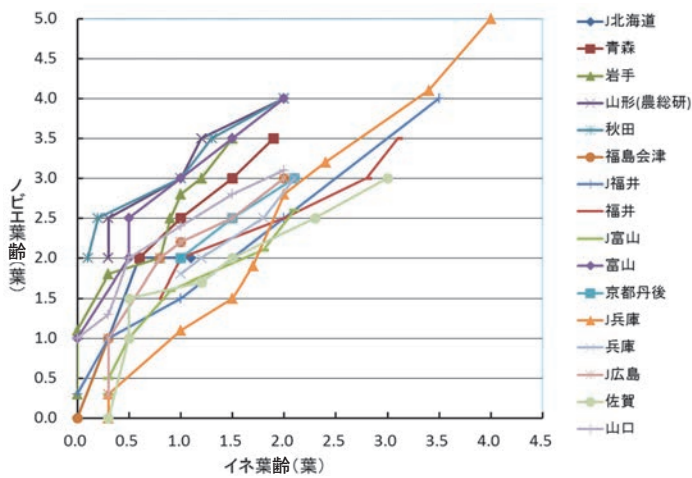


図-9 カルパー粉衣土中直播におけるイネとノビエの葉齢の進展 (平成 25 年度)

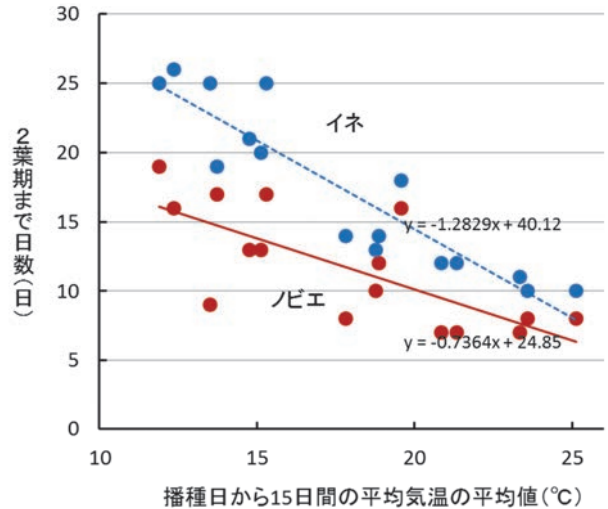


図-10 カルパー粉衣土中直播におけるイネとノビエの生育の差 (平成 25 年度)

15℃ではイネが 22.9 日に対してノビエが 10.2 日と 12.7 日、20℃では稲が 18.0 日に対してノビエの 8.9 日と 9.1 日であり、イネとノビエの差はカルパー土中播種に比べ鉄粉衣表面播種で大きく、15℃ではカルパー粉衣土中播種の 7.3 日に対して鉄粉衣表面播種では 12.7 日、20℃ではカルパー粉衣土中播種の 5.6 日に対して鉄粉衣表面播種では 9.1 日であった。

図-3 及び図-6 はイネとノビエの 2 葉期まで日数と播種後の気温との関係を播種法別に整理したものであるが、イネとノビエを別にして播種法による違いについてみたのが、図-7 及び図-8 である。

図-7 において播種後の気温とイネ

2 葉期まで日数との関係の播種法による差を見ると、全体的傾向として、カルパー土中播種に比べ鉄粉衣表面播種の方が 2 葉期まで日数を多く要することが分かった。計算上は播種後の気温 15℃ではカルパー粉衣土中播種では 19.3 日に対して、鉄粉衣表面播種では 22.9 日、播種後の気温 20℃ではカルパー粉衣土中播種では 14.0 日に対して鉄粉衣表面播種では 18.0 日と、全体に鉄粉衣表面播種ではカルパー粉衣土中播種に比べて 2 葉期に達するまで日数は 4 日程度遅い傾向であった。一方、図-8 において、播種後の気温とノビエ 2 葉期まで日数との関係を播種法ごとに表示したが、播種法による明瞭な差は認められなかった。

平成 24 年度の水稲適 2 試験直播栽培におけるイネとノビエの葉齢の進展を明らかにしたが、年次による違いについて、平成 25 年度についても同様の解析を行った。

平成 25 年度のカルパー粉衣土中播種におけるイネの葉齢とノビエの葉齢の進展との関係を図-9 に示した。平成 24 年度と同様に、多くの試験場所でノビエの葉齢はイネに比べて早く進み、全体的な傾向としては、西南暖地に比べ東北の寒冷地の萌芽イネとノビエの葉齢の差は大きくなった。しかし、平成 24 年度のような地域による明確な差は見られなかった。

平成 24 年度と同様にカルパー粉衣土中播種における播種後の平均気温と

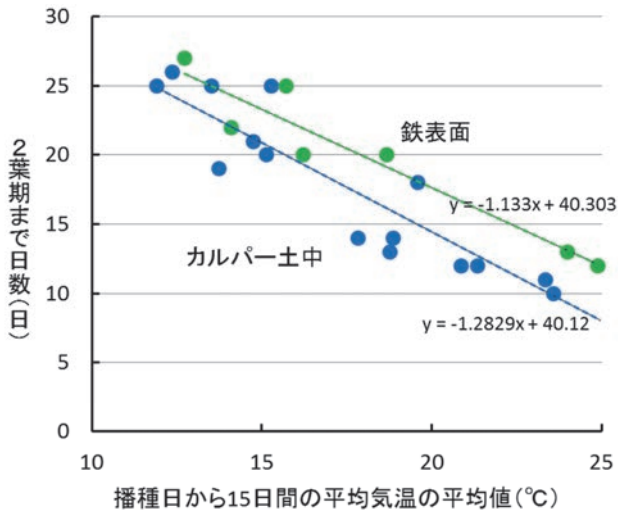


図-11 イネ 2 葉期まで日数の播種法による違い (平成 25m 年度)

イネ及びノビエの 2 葉期になるまでの日数との関係を図 10 に示した。平成 24 年度と同様に 2 葉期まで日数は、ノビエに比べイネで多くの日数を要した。また、この時のイネ 2 葉期まで日数の播種法による違いを図 11 に示した。全体的な傾向としては、平成 24 年度と同様に、カルパー粉衣土中播種に比べ鉄粉衣表面播種でイネ 2 葉期まで日数を多く要する傾向であったが、その差は平成 24 年度より小さく、播種後の気温が 15°C の時、イネ 2 葉期まで日数はカルパー粉衣土中播種では 20.9 日であるのに対して、鉄粉衣表面播種では 23.3 日、20°C ではカルパー粉衣土中播種では 14.5 日に対して鉄粉衣表面播種では 17.6 日と、2 から 3 日の差となり平成 24 年よりその差は小さかった。25 年度の播種後の気温とノビエ 2 葉期までの日数の関係については、平成 24 年度と同様に播種法による差は明瞭でなかった。

## まとめ

植調協会における水稲除草剤適 2 試験の直播栽培における平成 24 年度と平成 25 年度のいずれも 23 カ所の全国各地のデータから、イネとノビエ

エの葉齢の進展をカルパー粉衣土中播種及び鉄粉衣表面播種の 2 種類の栽培法に着目して解析した。

イネとノビエの葉齢の進展は、カルパー粉衣土中播種でも鉄粉衣表面播種でも同様に、地域による違いが大きく、北海道や東北から西南地域にいくにほど早い傾向であるが、カルパー粉衣土中播種では鉄粉衣表面播種に比べ地域による差が明瞭であった。また、ノビエの葉齢は最大値、イネの葉齢は平均値で示したが、イネの葉齢の最大値は平均値に比べ 0.3 ~ 0.5 葉大きいことを含めても、イネに比べノビエの葉齢の進展は早い傾向であった。神奈川県で調査した事例では、ノビエとイネの葉齢の進展はイネ播種後の日平均気温の有効積算値と相関が高く、有効気温はノビエでは 8°C、イネでは 10°C とノビエが 2°C 低いことを報告しており (大嶋 2008)、この現象を説明できる。

イネ及びノビエの 2 葉期までに要する日数は、播種後 15 日間の気温が

表-3 平成 25 年度、試験場所の播種時期、播種後の気温及びイネとノビエの 2 葉期まで日数

播種法	試験場所 (略称)	播種日 (月/日)	播種後 15 日間の平均気温の平均値(°C)	イネ 2.0 葉期まで日数(日)	ノビエ 2.0 葉期まで日数(日)
カルパー粉衣土中播種	J北海道	5/16	11.9	25	19
	青森	5/16	15.1	20	13
	岩手	5/9	15.3	25	17
	山形(農総研)	5/1	12.4	26	16
	秋田	5/9	13.5	25	9
	福島会津	5/14	17.8	14	8
	J福井	5/13	19.6	18	16
	福井	5/10	18.9	14	12
	J富山	4/30	13.7	19	17
	富山	4/30	14.8	21	13
	京都丹後	5/13	18.8	13	10
	J兵庫	6/10	23.6	10	8
	兵庫	6/12	23.4	11	7
	J広島	5/23	20.9	12	7
佐賀	6/11	25.1	10	8	
山口	5/17	21.3	12	7	
鉄粉衣表面播種	山形(水田農業)	5/2	12.7	27	20
	宮城古川	5/16	16.2	20	13
	J古川	5/14	15.7	25	8
	新潟	5/2	14.1	22	15
	J牛久	5/13	18.7	20	7
	岐阜	6/4	24.9	12	6
	J福岡	5/30	24.0	13	8

注) 試験場所の調査データがない場合には、図から数値を読み取った。

高いほど短かった。その場合、ノビエの 2 葉期まで日数には、播種方法による差は明瞭でないが、イネの 2 葉期まで日数は播種方法により相違がみられ、同じ播種後の気温でもカルパー粉衣土中播種に比べ鉄粉衣表面播種では多くの日数を要した。その差は、年次による変動があったが、平成 24 年度と平成 25 年度の結果からは、計算上は 2 ~ 4 日であった。秋田県で湛水直播栽培の播種後のイネの生育の相違について調査した結果では、鉄粉衣表面播種ではカルパー粉衣土中播種に比べ、出芽始めて 2 日遅く、1.5 葉期で 4 日遅かったと報告している (進藤ら 2014)。全国のデータを解析した本報の結果はこのことから妥当であると考えられる。

西南地域に比べ東北地域では播種後の気温が低いことが大きな要因となつて、葉齢の進展に多くの日数を要する

が、特に気温の影響はノビエに比べイネの葉齢の進展に大きく、さらにその差はカルパー粉衣土中播種に比べ鉄粉衣表面播種で2～4日大きくなる。除草剤を用いて雑草防除を行う場合、これらのことを十分考慮して薬剤を選択し適切な処理時期に散布する必要がある。

湛水直播栽培での除草剤の利用においては、ノビエの最大葉齢に注目することは発生しているほとんどのノビエを防除するために重要である。一方、圃場中の多くのイネに影響を及ぼさず安全に使用するためには、発生しているイネの最小葉齢に注目する必要がある。本報告では、イネの葉齢は平均値で示したが、前述のように最小値は平均値より0.3～0.5葉小さく見積もる必要があることは、除草剤を使用する上でイネが不利となる点である。ただし、直播栽培における除草剤の適用性はノビエの葉齢が最大値でイネの葉齢が平均値で試験し、確認された結果で

あり、本報告のとりまとめ結果は、除草剤を適用する上で問題はない。

なお、本報はノビエの葉齢の進展をイネ播種後日数で整理したが、代かき後日数を基準とした水温や気温と高い相関があることが報告されている(村上ら 1987, 加持 1998, 内野ら 2002, 森田 2016)。また、本報ではノビエ類を一括して取り扱っているが、水田にはタイヌビエ、ヒメタイヌビエ、イヌビエが混在し、湛水直播水田での有効積算気温の一次回帰式の相関はタイヌビエでは10°C、イヌビエでは7°Cを控除した場合に最大となることが報告されている(森田 2016)。これらの点については、今後さらに検討を行う必要がある。

## 引用文献

加持集三ら 1998. 暖地水田におけるノビエ (*Echinochloa* spp.) の発生生態とメフェナセットの最適処理時期の関係. 雑草研究 43, 210-222,

小山豊・深山政治 1990. 水稻の早期栽培における湛水土中直播栽培法に関する研究 6. 雑草の生態と防除. 千葉県農業試験場特別報告 17, 67-83.

森田弘彦 2016. 雑草ヒエの葉齢推定指標としての積算有効温度. 植調 49, 310-318.

村上利男ら 1987. 寒地における水田雑草の出芽の温度反応とその地域性. 雑草研究 32, 112-122.

大嶋保夫 2008. 神奈川県における水田雑草の生育特性. 神奈川県農業技術センター研究報告 150, 31-39.

進藤勇人ら 2014. 湛水直播栽培の播種様式が水稻生育に及ぼす影響. 第1報 鉄コーティング表面播種水稻の生育. 秋田県農業試験場研究時報 54.

田口菜穂子ら 2003. 水稻湛水土中条播におけるノビエ3.0葉期一発処理除草剤を適期使用するための代かきから播種まで日数. 東北農業研究 56, 43-44.

上野直也 2002. 水稻湛水直播栽培における一発処理フロアブル除草剤の適用性. 山梨県総農試研報 11, 65-70.

内野彰ら 2002. 水田地温による寒冷地のタイヌビエ (*Echinochloa oryzicola* Vasing.) の葉齢進展及び発生終期の推定とその除草剤散布指標としての応用. 東北の雑草 2, 34-42.