

気候変動下での千葉県におけるイタリアンライグラス、 ライムギ、オオムギの播種時期の検討

鈴木一好*・名取美貴・山崎藍子・齊藤健一

Investigation of Seeding Time of Italian Ryegrass, Rye, and Barley
in Chiba Prefecture under Climate Change

SUZUKI Kazuyoshi*, NATORI Miki, YAMAZAKI Aiko and SAITOH Kenichi

要 約

近年の気候変動により、冬作飼料作物の播種期である秋～初冬や収穫期である春の気温が上昇していることから、冬作飼料作物の本県での標準的な播種時期より遅い播種での栽培の可能性について検討した。

イタリアンライグラスについては、これまで10月中旬までとされていた播種時期が、10月下旬播種でも収量性などに問題はなかった。また、1～2割の収量低下の懸念はあるものの、収穫時期が遅くならないことから、栽培体系によっては11月上旬まで播種時期を延長できる。

ライムギの播種時期は11月上旬までとされていたが、収穫時期の遅れによる後作への影響を考慮しなければ、12月上旬まで播種可能で、冬～春先の気温が高い場合には収量増加も期待できる。

オオムギについては、冬～春の気温が高い場合には、収穫時期の遅れによる後作への影響を考慮しなければ、県内での標準的な播種時期の11月中旬よりも遅い11月下旬まで播種可能であるが、収量低下の危険性があることから、現行の標準的な播種時期の11月中旬までとした方が良く考えられた。

緒 言

本県では、飼料作物の標準技術体系として飼料作物栽培利用技術必携(1998)(以下、技術必携)を発行し、冬作飼料作物の標準的な播種時期についての指針を示している。

技術必携に記載されている銚子地方気象台千葉測候所(現・千葉特別地域気象観測所)の過去24年間の平均気温と気象庁ホームページの過去の気象データの数値から集計した2001年～2020年の平均気温の差を見てみると、冬作飼料作物の播種時期にあたる9月、10月、11月では1.4℃、1.6℃、1.3℃上昇している。また、収穫時期にあたる3月、4月、5月では1.9℃、1.1℃、1.2℃上昇している。

一方、降水量について同様に見てみると、9月、10月、11月では33mm、104mm、29mm増加し、3月、4月、5月では20mm、5mm、30mm増加している。

このような近年の気候変動が冬作飼料作物の栽培に影響を及ぼすことが推察されることから、その基本技術の見直しが必要となってきた。

本県で冬作飼料作物として主に栽培されているのはイタリアンライグラスとムギ類であるが、この作期は夏作であるトウモロコシに連動していることが多く、トウモ

ロコシの栽培期間に合わせた作付け体系の検討が必要である。

そこで、本試験では近年の気候変動に対応したイタリアンライグラス、ライムギおよびオオムギにおける播種時期の見直しを目的に、3年間の栽培試験を行ったので報告する。

材料および方法

1 試験圃場

千葉県畜産総合研究センター試験圃場(千葉県八街市、標高56m、黒ボク土)

2 試験区の設置および耕種概況

試験を実施した3草種の、供試品種、試験区設置および耕種概況は以下のとおりで、イタリアンライグラスとオオムギでは播種時期を旬別に4回、ライムギでは5回に分けて実施した。

(1) イタリアンライグラス

- 1) 供試品種(早晩性): ヤヨイワセ (極早生)
- 2) 試験期間: 2020年10月14日～2023年4月10日
- 3) 播種月日: 10月中旬、下旬、11月上旬、中旬の4区
- 4) 播種方法: 散播 播種量: 200g/a
- 5) 施肥量: 基肥 牛糞堆肥200kg/a、苦土石灰5kg/a、化成3要素各0.5kg/a

令和6年8月31日受付

*元千葉県畜産総合研究センター

- 6) 区制面積：2.25㎡ (1.5m×1.5m) に播種を3反復
 7) 刈り取り時期：一番草のみで、出穂期(出穂程度60%)
- (2) ライムギ
 1) 供試品種(早晩性)：ライ太郎 (超極早生)
 2) 試験期間：2020年10月14日～2023年4月13日
 3) 播種月日：10月下旬、11月上旬、中旬、下旬、12月上旬の5区
 4) 播種方法：散播 播種量：800g/a
 5) 施肥量：基肥 牛糞堆肥200kg/a、苦土石灰5kg/a、化成3要素各0.8kg/a
 6) 区制面積：4㎡ (2m×2m)に播種を3反復
 7) 刈り取り時期：出穂期(出穂程度40%)
- (3) オオムギ
 1) 供試品種(早晩性)：ハヤドリ2 (極早生)
 2) 試験期間：2020年10月14日～2023年4月24日
 3) 播種月日：10月下旬、11月上旬、中旬、下旬の4区
 4) 播種方法：散播 播種量：1,000g/a
 5) 施肥量：基肥 牛糞堆肥200kg/a、苦土石灰5kg/a、化成3要素各0.8kg/a
 6) 区制面積：4㎡ (2m×2m) に播種を3反復
 7) 刈り取り時期：糊熟期

試験区の設置については、施肥を播種前に実施し耕運機で土中に攪拌する必要があることから、区の配置はランダムではなく、東西方向に3反復分の区を並べ、北側から播種時期の早い順に配置した。なお年次ごとの実際の播種日は表1のとおりである。

表1 試験実施区分と播種日

試験区分 (播種時期)	栽培試験実施草種			播種日		
	イタリアン ライグラス	ライムギ	オオムギ	2020年	2021年	2022年
(9月中旬)	↑					
10月中旬区				10/14	10/15	10/12
10月下旬区	○	○	○	10/26	10/29	10/27
11月上旬区	○	○	○	11/5	11/6	11/4
11月中旬区	○	○	○	11/16	11/17	11/17
11月下旬区		○	○	11/26	11/26	11/25
12月上旬区		○		12/7	12/6	12/5

縦方向矢印は千葉県推奨の播種時期の範囲を示す

3 調査項目

飼料作物系統適応性検定試験実施要領(2001)に準じて、出穂期、収穫期、乾物収量、被度、草丈、倒伏率、乾物率、病虫害について調査した。なお、収穫調査については各区内の中央付近に設置した固定コドラート内(1m×1m)のサンプルを対象に刈り取り、乾物収量は刈取ったサンプルを60℃で72時間以上乾燥し、乾物率および乾物収量を算出した。

4 気象観測

試験圃場近くの芝地に設置した百葉箱内の最高最低温度計を用いて日々の最高および最低気温を測定し、その平均値を日平均気温とした。また、雨量計および転倒ます式自動雨量計を用いて日々の降水量を計測した。

5 統計処理

統計フリーソフトEZR (Ver1.66) (神田2014) を用いるとともに、畜産を中心とする実験計画法(吉田1978)により行った。

結果および考察

1 気象状況について

試験実施期間の3年および30年間(1991年～2020年)の平均値について、平均気温を図1に、降水量を図2に、それぞれ旬別に示した。

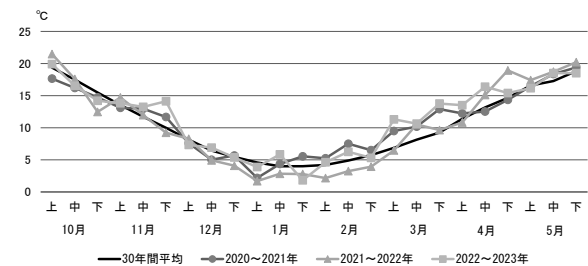


図1 旬別の平均気温の変化

平均気温について30年間平均と比較してみると、10月上旬では2021年が高く2020年が低かったが、下旬は3年とも平均より低かった。11月下旬では2020年と2022年が高かったが、12月上旬では平均並みとなった。

2021年では、1月下旬から4月上旬まで平均より高い日が続く、2023年では2月上旬から4月中旬まで高い日が続いた。一方2022年は前年から続いて2月下旬まで低い日が続いたが、4月と5月は平均か平均以上の気温であった。

全体的にみると、2020～2021年は播種時期に低めで1月～3月は高く、2021～2022年は播種時期で気温が不安定であり冬季に低く、2022～2023年は播種時期が平均並みで2月～4月が高い気温であった。

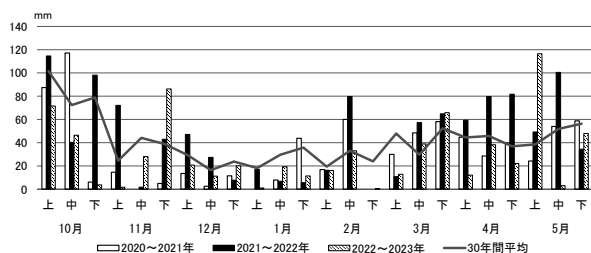


図2 旬別の降水量の変化

降水量について、2020～2021年では10月中旬で多かったがそれ以降は少なく、3～5月は30年間平均並みであった。2021～2022年では、播種時期および3月中旬～5月中旬で降水量が多かった。2022～2023年では、全体的にはやや少なめであったが、11月下旬や5月上旬など突出して多い旬があった。

2 イタリアンライグラスの収穫時調査結果

出穂期(出穂程度60%)に行った収量調査での乾物収量を表2に示した。

試験を実施した3年間とも10月下旬播種区の乾物収量が年次別で一番高い値を示し、11月上旬播種区は10月下旬播種区に比べて1～2割程度少ない値となった。

イタリアンライグラスの発芽適温は10～25℃前後、生育適温は14～18℃で平均気温が5℃前後で生育が停止する(高野ら1989)とされている。各試験区の播種時期における旬別の平均気温は13.0℃から17.6℃の範囲にあり、発芽適温域で播種が行われていた。また初期生育時期の10月下旬から11月下旬にかけての旬別平均気温は、2020年が10月中旬と下旬、2021年が10月中旬と11月上旬、2022年が10月下旬と11月下旬が13℃以上であり、どの年次も11月中旬頃までは概ね13℃以上の適温域に近い平均気温があったことから、このことが10月下旬播種区でも県推奨播種時期にあたる10月中旬播種区と同等以上の乾物収量が得られたと考えられた。

また11月上旬播種区の中で一番乾物収量が高かった2022年播種の11月上旬播種区においては、初期生育期にあたる11月下旬の平均気温が14.1℃と高く、さらに翌年の収穫前の生育期間にあたる2023年3月下旬の平均気温が13.8℃と、2021年の12.9℃、2022年の9.6℃に比べ高かったことも乾物収量に影響したと考えられた。

3年間の乾物収量について、試験年をブロック因子とした乱塊法による統計解析をEZRの二元配置分散分析の計算機能を用いて行ったが、交互作用が有意となり明確な結果は得られなかった。そこで年ごとに一元配置の分散分析とTukeyの多重比較を行ったところ、2020年播種では播種時期の違いについて統計的に有意な差はなく、2021年播種では11月中旬播種区のみ有意に低かった($P<0.01$)。2022年播種では10月下旬播種区と11月上旬

播種区に有意差はなく、10月中旬播種区が有意に少なく($P<0.05$)、11月中旬播種区がさらに有意に少なかった($P<0.05$)。以上のことから、統計解析結果としては11月上旬播種区が10月下旬播種区より少ないとはいえない。

表2 乾物収量(イタリアンライグラス)

播種年次	10月中旬	10月下旬	11月上旬	11月中旬
2020年	65.4±9.6	68.8±2.4	55.9±3.8	49.5±6.4
2021年	79.8±13.2 ^a	83.5±6.9 ^a	69.2±9.5 ^a	8.9±3.8 ^b
2022年	54.1±6.2 ^b	81.9±8.0 ^a	74.3±5.3 ^a	31.9±1.9 ^c
平均値±標準偏差 各年次内での異符号間に有意差有り(大文字: $p<0.01$ 、小文字: $p<0.05$)				

収穫調査時の被度を表3に示した。

3年間とも、播種時期が遅れるにつれてイタリアンライグラスの被度が低下する傾向にあり、出芽～初期定着が良くなかったところには冬生一年生雑草の侵入が見られた。特に、11月中旬播種区での牧草の被度は他の播種時期より低く、雑草の侵入が見られ、収量低下の大きな要因と考えられた。この点についても乾物収量の項で述べたのと同様に、11月中旬播種区では、初期生育にあたる12月上旬以降の平均気温が生育適温にあたる14～18℃を大きく下回る8℃以下となっていたことから、冬生一年生雑草が優勢的に増えたためと考えられた。

表3 被度(イタリアンライグラス)

播種年次	種類	10月中旬	10月下旬	11月上旬	11月中旬
2020年	牧草	100 ± 0	100 ± 0	93.3 ± 2.4	85 ± 0
	雑草	0 ± 0	0 ± 0	6.7 ± 2.4	15 ± 0
	裸地	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
2021年	牧草	99.3 ± 0.9	99.3 ± 0.9	97.3 ± 1.7	33.3 ± 4.7
	雑草	0.7 ± 0.9	0.7 ± 0.9	2.7 ± 1.7	61.7 ± 2.4
	裸地	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	5.0 ± 4.1
2022年	牧草	91.7 ± 2.4	95 ± 0	80 ± 0	53.3 ± 4.7
	雑草	8.3 ± 2.4	5 ± 0	20 ± 0	46.7 ± 4.7
	裸地	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
平均値±標準偏差					

収穫調査時の草丈を表4に示した。

測定値からは、播種時期が遅くなると草丈が短くなる傾向が見られ、白川ら(2009)は10月3日の標準播きに比べて11月14日播種の遅まき栽培の方が草丈が低くなっていたと報告しており、今回と同様の結果となっていた。この草丈が短くなっていた要因としては、イタリアンライグラスは出芽からの日照時間と積算気温によって出穂するため、出穂までの生育期間の短縮による影響と考えられた。

統計解析の結果、乾物収量と同様に交互作用が認められた。年ごとの解析では、3年間とも11月中旬播種区がそれ以前に比べて有意に低かった($P<0.01$)。

なお、収穫時期については後述するが、出芽から収穫までの日数は3年間の平均で、10月中旬播種区が170.3日、10月下旬播種区が155.7日、11月上旬播種区が145.3日、11月中旬播種区が138.0日であった。

表4 草丈(イタリアンライグラス)

播種年次	10月中旬	10月下旬	11月上旬	11月中旬
2020年	115.0±1.8 ^a	110.9±2.0 ^{ab}	107.7±1.3 ^b	95.4±1.0 ^c
2021年	118.2±1.2 ^a	113.4±1.1 ^a	107.8±1.9 ^a	70.9±7.1 ^b
2022年	110.0±0.4 ^a	103.2±3.7 ^a	99.5±3.4 ^a	80.4±4.9 ^b
平均値±標準偏差 各年次内での異符号間に有意差有り($p<0.01$)				

収穫調査時の倒伏率を表5に示した。2020年播種の倒伏率が43.3～83.3%と全体的に高かったが、逆に2021年播種では倒伏が見られず、年によるバラツキが大きかった。富谷と河村(2008)は、一番草の11月播種区では10月播種区に比べ、倒伏しやすい品種がみられたと報告している。また笹木が行った10月24日播種と11月29日播種の比較でも、11月播種区の方が倒伏が多かったとしており、この要因は11月播種では生育期が遅れたが翌年春の生育期間での気温上昇により草丈の伸びが強く倒伏につながったと推察している(笹木2013)。このことから本試験の2020年播種の11月中旬播種区で倒伏率が83.3%と高くなったのは、生育期間中の温度の影響と考えられた。

表5 倒伏率(イタリアンライグラス)

播種年次	10月中旬	10月下旬	11月上旬	11月中旬
2020年	43.3±9.4	70±0	66.7±4.7	83.3±4.7
2021年	0±0	0±0	0±0	0±0
2022年	0±0	20±0	20±0	10.0±8.2
平均値±標準偏差				

収穫調査時の乾物率を表6に示した。

播種時期による一定の傾向は見られなかった。

統計解析の結果、乾物収量と同様に交互作用が認められた。年ごとの解析では、2021年播種と2022年播種では播種時期の間に有意な差は認められなかった。

表6 乾物率(イタリアンライグラス)

播種年次	10月中旬	10月下旬	11月上旬	11月中旬
2020年	14.6±0.4 ^a	15.2±0.0 ^a	13.6±0.2 ^b	13.6±0.5 ^b
2021年	14.4±0.9	14.5±0.3	14.5±0.1	16.1±0.7
2022年	15.9±0.8	13.7±0.7	13.3±1.3	14.7±0.3
平均値±標準偏差 各年次内での異符号間に有意差有り($p<0.05$)				

収量調査日(出穂程度60%)を表7に示した。

3年間とも10月中旬～11月上旬播種区で、ほぼ同日の収量調査となった。

2021年播種と2022年播種において、11月中旬播種区では他と比べて5日程度遅くなったが、2020年播種では同

日であった。これは、2021年の冬は1月中旬以降に旬別平均気温が5℃を下回らなかったことが一因と考えられた。

表7 イタリアンライグラスの収量調査日(出穂程度60%)

播種年次	10月中旬	10月下旬	11月上旬	11月中旬
2020年	4/6	4/6	4/6	4/6
2021年	4/14	4/14	4/14	4/18
2022年	4/7	4/4	4/4	4/10

病虫害については、被害の程度を1(無又は極微)～9(甚)のスコアで評価したが、3年間ともすべての区でスコア1の評価であり、病虫害はほとんど見られなかった。イタリアンライグラスの病害で一番問題となるのはいもち病とされており、関東以西では晩夏から初秋に発病が確認されているが(中野と石井2022)、今回の試験は晩秋以降の栽培試験であり、また今回用いた極早生品種の「ヤヨイワセ」は、強いいもち病抵抗性を持つとされていることから、遅まきによるいもち病の影響はほとんど無いと考えられる。

以上のことから、イタリアンライグラスについては、技術提携に記載されている播種時期は9月中旬～10月中旬とされているが、10月下旬播種でも収量などに問題はなかった。また、1～2割の収量低下の懸念はあるものの、収穫時期が遅くならないことから、栽培体系によっては11月上旬まで播種時期を延長できる可能性が示唆された。

3 ライムギの収穫時調査結果

出穂期(出穂程度40%)に行った収量調査での乾物収量を表8に示した。

2020年播種と2022年播種では、播種時期が遅くなると乾物収量が多くなる傾向が見られたが、2021年播種は11月上旬播種区が最も多く、11月下旬播種区が最も少なかった。これは2021年播種の生育期間中の冬季の気温が30年間平均値よりも低く、他の播種年次の2年間と比べても低い年であったことが一因と考えられた。

統計的解析の結果、イタリアンライグラスと同様に交互作用が認められた。年ごとに一元配置の分散分析とTukeyの多重比較を行ったところ、2020年播種では10月下旬播種区が11月下旬～12月上旬播種区より有意に少なく($P<0.05$)、12月上旬播種区が11月上旬播種区より有意に多かった($P<0.05$)。2021年播種では11月上旬播種区が11月下旬播種区より有意に多かった($P<0.01$)が、それ以外に有意差は認められなかった。2022年播種では11月下旬～12月上旬播種区が10月下旬播種区より有意に多かった($P<0.05$)。

表8 乾物収量(ライムギ)

播種年次	10月下旬	11月上旬	11月中旬	11月下旬	12月上旬
2020年	29.6±1.7 ^c	40.7±4.3 ^{bc}	43.9±5.3 ^{abc}	47.2±4.2 ^{ab}	59.2±6.5 ^a
2021年	48.5±7.3 ^{ab}	54.4±3.7 ^A	48.5±0.7 ^{ab}	36.4±2.1 ^B	44.3±3.2 ^{ab}
2022年	42.8±6.7 ^b	64.7±9.5 ^{ab}	65.4±3.5 ^{ab}	69.6±7.5 ^a	79.5±10.7 ^a
平均値±標準偏差 各年次内での異符号間に有意差有り(大文字: $p<0.01$ 、小文字: $p<0.05$)					

収穫調査時の被度を表9に示した。

3年間とも、11月上旬播種区と11月中旬播種区がライムギ95%程度で安定していたが、その他の播種期による影響については、年ごとにバラツキが見られた。2020年播種と2021年播種では、11月下旬以降の播種区において裸地の発生が見られたが、これは牧草の出芽～初期生育が順調に生育しなかった部分で、また低温などの気象条件により雑草自体の出芽も抑えられたものと考えられた。

表9 被度(ライムギ)

年次	種類	10月下旬	11月上旬	11月中旬	11月下旬	12月上旬
2020年	牧草	70.0±8.2	95±0	95±0	86.7±2.4	83.3±6.2
	雑草	30.0±8.2	5±0	5±0	10.0±4.1	5±0
	裸地	0±0	0±0	0±0	3.3±2.4	11.7±6.2
2021年	牧草	100±0	96.0±1.4	96.0±1.4	83±0	86.7±4.7
	雑草	0±0	4.0±1.4	4.0±1.4	2±0	0±0
	裸地	0±0	0±0	0±0	15±0	13.3±4.7
2022年	牧草	95±0	95±0	95±0	96.7±2.4	93.3±2.4
	雑草	5±0	5±0	5±0	3.3±2.4	6.7±2.4
	裸地	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
平均値±標準偏差						

収穫調査時の草丈を表10に示した。

測定値からは播種時期による一定の傾向は認められなかった。年による違いを見てみると、2021年播種が10月下旬播種区を除くすべての播種時期で他の2年より高くなっていった。

統計的解析の結果、乾物収量と同様に交互作用が認められた。年ごとの解析では、2020年播種では11月中旬播種区と11月上旬播種区の間 ($P<0.05$)、2021年播種では11月中旬・下旬播種区と10月下旬播種区の間 ($P<0.01$) 有意な差が認められたが、2022年播種では有意な差は認められなかった。

表10 草丈(ライムギ)

播種年次	10月下旬	11月上旬	11月中旬	11月下旬	12月上旬
2020年	100.5±4.5 ^{ab}	97.5±1.3 ^b	107.7±1.7 ^a	106.1±3.4 ^{ab}	106.6±1.9 ^{ab}
2021年	108.8±1.6 ^b	111.9±1.6 ^{ab}	118.5±3.7 ^A	118.6±1.1 ^A	113.7±1.6 ^{ab}
2022年	109.1±0.4	108.8±2.6	111.9±4.9	105.8±4.0	112.7±1.8
平均値±標準偏差 各年次内での異符号間に有意差有り(大文字: $p<0.01$ 、小文字: $p<0.05$)					

収穫調査時の倒伏率を表11に示した。

各年ともに12月上旬播種区の倒伏率が一番低く、11月上旬播種区が最も高い結果となったが、それ以外の区に

一定の傾向は認められなかった。全体的には2022年播種の倒伏率が高かった。

なお、年によっては生育途中の倒伏により株元部分が蒸れ枯葉も目立っている箇所が観察されており、これが収量低下の要因につながっていた。

表11 倒伏率(ライムギ)

播種年次	10月下旬	11月上旬	11月中旬	11月下旬	12月上旬
2020年	36.7±4.7	66.7±4.7	36.7±4.7	56.7±9.4	8.3±2.4
2021年	46.7±12.5	66.7±20.5	20.0±8.2	10±0	0±0
2022年	73.3±4.7	96.7±4.7	63.3±26.2	73.3±9.4	33.3±4.7
平均値±標準偏差					

収穫調査時の乾物率を表12に示した。

播種時期による差に一定の傾向は見られなかった。

表12 乾物率(ライムギ)

播種年次	10月下旬	11月上旬	11月中旬	11月下旬	12月上旬
2020年	14.6±0.4	14.5±0.6	14.6±0.5	14.0±0.6	13.2±0.3
2021年	16.7±0.5	14.9±0.5	14.8±0.2	12.1±0.6	11.7±0.4
2022年	13.6±1.0	14.5±1.3	12.5±0.6	13.8±0.3	15.5±0.3
平均値±標準偏差					

収量調査日(出穂程度40%)を表13に示した。

3年間とも10月下旬～11月中旬播種区で、ほぼ同日の収量調査となった。11月下旬播種区では、0～8日遅れ、12月上旬播種区ではさらに3～6日遅れる結果となった。

表13 ライムギの収量調査日(出穂程度40%)

播種年次	10月下旬	11月上旬	11月中旬	11月下旬	12月上旬
2020年	3/30	3/30	3/31	4/8	4/13
2021年	4/11	4/11	4/11	4/11	4/14
2022年	4/3	4/3	4/3	4/6	4/12

病虫害については2020年播種の10月下旬播種区と2021年播種の11月上旬播種区、11月下旬播種区でスコア2の評価が見られた以外はすべてスコア1の評価であり、病虫害はほぼ見られなかった

以上のことから、ライムギについては、技術必携に記載されている播種時期は10月下旬～11月上旬とされているが、収穫時期の遅れによる後作への影響を考慮しなければ、12月上旬まで播種可能で、冬～春先の気温が高い場合には収量増加も期待できる。

4 オオムギの収量時調査結果

糊熟期に行った収量調査での乾物収量を表14に示した。

2020年播種では11月中旬播種区が、2021年播種では11月上旬播種区が、2022年播種では11月下旬播種区が最も乾物収量が多くなった。

統計的解析の結果、他の草種と同様に交互作用が認められた。年ごとに一元配置の分散分析とTukeyの多重比較を行ったところ、2020年播種では有意差が認められなかった。2021年播種では11月上旬播種区が11月下旬播種区より有意に多かった($P<0.05$)が、それ以外に有意差は認められなかった。2022年播種では11月中旬播種～11月下旬播種区が10月下旬播種区より有意に多かった($P<0.05$)。

表14 乾物収量(オオムギ)

播種年次	10月下旬	11月上旬	11月中旬	11月下旬
2020年	102.7±11.5	109.3±12.2	113.9±15.7	98.6±11.6
2021年	102.6±14.0 ^{ab}	126.0±21.5 ^a	97.8±3.5 ^{ab}	76.6±6.1 ^b
2022年	92.1±7.0 ^b	109.7±8.9 ^{ab}	116.5±2.3 ^a	117.8±3.7 ^a
平均値±標準偏差 各年次内での異符号間に有意差有り($p<0.05$)				

収穫調査時の被度を表15に示した。

年ごとのバラツキが大きく播種時期による一定の傾向は認められなかった。2020年播種では11月下旬播種区で牧草の被度が低く裸地が多くなっていたが、2021年播種では全体的に牧草の被度が高く雑草の侵入もほとんど見られなかった。2022年播種では播種時期が早い場合に、雑草の侵入が多くなっていた。

表15 被度(オオムギ)

年次	種類	10月下旬	11月上旬	11月中旬	11月下旬
2020年	牧草	86.7 ± 4.7	90 ± 0	95.0 ± 4.1	63.3 ± 4.7
	雑草	10.0 ± 7.1	5 ± 0	1.7 ± 2.4	5.0 ± 7.1
	裸地	3.3 ± 2.4	5 ± 0	3.3 ± 2.4	31.7 ± 6.2
2021年	牧草	99.3 ± 0.9	100 ± 0	100 ± 0	95 ± 0
	雑草	0.7 ± 0.9	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
	裸地	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	5 ± 0
2022年	牧草	53.3 ± 12.5	43.3 ± 4.7	90.0 ± 4.1	100 ± 0
	雑草	46.7 ± 12.5	56.7 ± 4.7	10.0 ± 4.1	0 ± 0
	裸地	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
平均値±標準偏差					

収穫調査時の草丈を表16に示した。

測定値からは播種時期による一定の傾向は認められなかった。

統計的解析の結果、乾物収量と同様に交互作用が認められた。年ごとの解析では、2020年播種では10月下旬区が他の播種区に比べて有意に低く($P<0.01$)、2021年播種では11月上旬区が他の区に比べて有意に低く($P<0.05$)、2022年播種では全体的に標準偏差が小さい事もありすべ

ての播種区に($P<0.05$)有意な差が認められた。

表16 草丈(オオムギ)

播種年次	10月下旬	11月上旬	11月中旬	11月下旬
2020年	102.7±2.4 ^b	111.1±0.7 ^a	113.5±2.5 ^a	116.0±0.2 ^a
2021年	110.8±2.1 ^a	98.3±3.6 ^b	106.4±2.3 ^a	108.7±2.5 ^a
2022年	101.1±0.6 ^d	108.4±0.8 ^c	119.2±0.7 ^a	111.9±1.3 ^b
平均値±標準偏差 各年次内での異符号間に有意差有り(大文字: $p<0.01$ 、小文字: $p<0.05$)				

収穫調査時の倒伏率を表17に示した。

収量調査時の倒伏率は3.3～98.3%と幅が広く、播種時期による一定の傾向は認められなかった。なお、播種年次別では2021年播種の倒伏率が全体的に高い傾向にあった。また、前述したようにイタリアンライグラスでは2020年播種、ライムギでは2022年播種の倒伏率が全体的に高いといった草種による違いが見られたが、この原因についての特定は出来なかった。

表17 倒伏率(オオムギ)

播種年次	10月下旬	11月上旬	11月中旬	11月下旬
2020年	60.0±14.1	63.3±4.7	33.3±9.4	43.3±4.7
2021年	21.7±11.8	60.0±8.2	98.3±2.4	93.3±2.4
2022年	6.7±9.4	26.7±24.9	16.7±12.5	3.3±2.4
平均値±標準偏差				

収穫調査時の乾物率を表18に示した。

年によるバラツキが大きく、播種時期による一定の傾向は認められなかった。

また、2021年播種で18%前後、2022年播種で20%前後と糊熟期にしては乾物率が小さかった。これに関して当センターで過去に行ったオオムギの品種選定試験では、糊熟期の乾物率が実施年や品種により差があり、2003年26.3～34.6%、2004年20.8～22.4%、2022年27.0～29.5%であった(未公表)。

2021年播種と2022年播種の乾物率が低い原因として、試験実施年により、糊熟期の判定に差がある可能性が考えられたことから、出穂始めから糊熟期として収穫調査を実施した日までの日数を確認したところ、2020年、2021年、2022年播種の順で示すと、10月下旬播種区で28日、28日、27日、11月上旬播種区で28日、29日、25日、11月中旬播種区で24日、20日、21日、11月下旬播種区で28日、17日、20日となり、糊熟期の判定に大きな間違いは無いと考えられた。

一方、収穫調査時の降雨などの影響について検討するため、10月下旬播種区の調査日の前日から11月下旬播種区の調査当日までの期間の降雨日を確認したところ、2020年播種は11日間で1日、2021年播種は8日間で4日、2022年播種は8日間で5日の降雨があった。なるべく降雨の影響を受けない日を調査日としたが、2021年と2022年

播種年次では収穫調査日に降雨日多かったことから、これが乾物率に影響した可能性が考えられた。

表18 乾物率(オオムギ)

播種年次	10月下旬	11月上旬	11月中旬	11月下旬
2020年	27.0±1.5	24.9±2.2	25.7±0.2	25.9±0.8
2021年	17.8±0.5	19.0±2.1	18.3±0.3	18.6±1.3
2022年	21.0±1.2	20.9±0.6	19.6±0.6	21.1±0.8
平均値±標準偏差				

収量調査日(糊熟期)を表19に示した。

2020年播種と2022年播種は10月下旬播種区～11月中旬播種区で、ほぼ同日の収量調査となったが、2021年播種は2日ずつ遅れる結果となった。麦類の出穂は純粋早晩性、低温要求性、日長反応性の3つの形質が関わっている(青木2010)。そこから登熟するまでの気温などの影響も加味して、今回の結果につながったと考えられる。

表19 オオムギの収量調査日(糊熟期)

播種年次	10月下旬	11月上旬	11月中旬	11月下旬
2020年	4/21	4/21	4/21	4/30
2021年	4/26	4/28	4/30	5/2
2022年	4/18	4/17	4/18	4/24

病害については、2020年播種ではスコア1～スコア3の評価でありサビ病の様な症状が若干発生したが、他の2年間はすべての播種期でスコア1の評価であり、病害はほとんど見られなかった。

以上のことから、オオムギについては、冬～春の気温が高い場合には、収穫時期の遅れによる後作への影響を考慮しなければ11月下旬まで播種可能であるが、収量低下の危険性もあるので技術必携に記載されているとおり11月中旬までの播種とした方が良いと考えられた。

引用文献

- 青木恵美子、2010、大麦の凍霜害、社団法人全国農業改良普及支援協会農業温暖化ネット[2024年8月30日引用] Available from URL : https://www.ondanka-net.jp/index.php?category=measure&view=detail&class1_id=2&article_id=126&bypass=1
- 千葉県、千葉県農林技術会議、1998、飼料作物栽培利用技術必携
- 神田善伸、2014、フリーソフトEZR(Easy R)で誰でも簡単統計解析、南江堂：108-123
- 中野敬護、石井健太郎、2022、牧草と園芸 第70巻第4号：21-22

農林水産省技術会議事務局他、2001、飼料作物系統適応性検定試験実施要領(改正5版)

笹木教隆、2013、遅く播種したイタリアンライグラスの生育性と収量性、福井県畜産試験場研究報告26：6-11

白川 朗、三谷英嗣・今雪幹也、2009、平成20年度飼料作物牧草類系統適応性検定試験、香川県畜産試験場研究報告44：84-96

高野信雄・佳山良正・川鍋祐夫、1989、粗飼料・草地ハンドブック、養賢堂、：402-409

富谷信一・河村康雄、2008、飼料作物系統適応性検定試験(イタリアンライグラス)、鳥取県農林水産部農林総合研究所畜産試験場研究報告36：38-40

吉田実、1978、畜産を中心とする実験計画法、養賢堂：87-101、126-143