

気候変動下での千葉県における秋作エンバクの播種時期の検討

鈴木一好*・名取美貴・山崎藍子・齊藤健一

Investigation of Seeding Time of an Autumn Cropping Oat
in Chiba Prefecture under Climate Change

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

要 約

近年の気候変動により、秋作エンバクの栽培期間である秋～初冬の気温が上昇していることから、本県での標準的な秋作エンバクの播種時期よりも遅い播種時期での栽培の可能性について検討を行った。

その結果、これまで本県での秋作エンバクとして標準的な播種時期とされてきた8月下旬～9月上旬に対して、9月中旬まで播種時期を延長できる可能性が示唆された。また、その時の生育ステージは、12月上旬の刈取りで、乳熟前期まで到達していることが確認された。

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おり、県内での秋作エンバクの標準的な播種期は8月下旬～9月上旬とされている。

技術必携に記載されている銚子地方気象台千葉市測候所(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、秋作エンバクの栽培期間にあたる9月、10月、11月、12月ではそれぞれ1.4℃、1.6℃、1.3℃、1.1℃上昇している。一方、降水量について同様に過去21年間(1969年～1989年)と2001年～2020年の差を見てみると、9月、10月、11月、12月では33mm、104mm、29mm、36mm増加している。

このような近年の気候変動が秋作エンバク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ている。

本県では夏作の飼料用トウモロコシ栽培が主流であり、秋作エンバクは主に裏作として行われるが、年内に刈り取ることからトウモロコシの播種時期への影響がなく、圃場への堆肥投入などの時間的余裕が確保できる。ただし、12月中の年内刈りでサイレージ調製する場合、冬期の低温下での調製作業となり品質低下などが問題になることから、主に青刈りによる給与が行われてきた。しかし、最近では汎用型微細断飼料収穫機の開発普及

や、添加剤の利用(平尾ら2005)により、秋作エンバクの収穫調製方法の選択肢が広がってきており、収穫時の生育ステージがどこまで進んでいるかも重要となる。

そこで、本試験では近年の気候変動に対応した秋作エンバクの播種時期の見直しを行うため、極早生品種の適正播種時期について検討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 試験期間

2020年9月～2022年12月

3 供試品種

県内で流通し千葉県飼料作物奨励品種であるスーパーハヤテ隼(極早生品種)を用いた。

4 施肥量

基肥に牛糞堆肥200kg/a、苦土石灰5kg/a、化成3要素各0.8kg/aを施用した。

5 試験区分

播種時期の検討を行うため9月1日を播種基準日とした9月1日播種区、その後播種時期を5日おきにずらした、9月5日播種区、9月10日播種区、9月15日播種区の3区と、さらに9月28日頃に播種する9月28日播種区の計5区分を設定し、収穫調査は各年次とも12月上旬に実施した。なお年次ごとの実際の播種日と収穫調査日は表1のとおりである。

6 区制および播種方法

令和6年8月31日受付

*元千葉県畜産総合研究センター

区制面積は1区分を4m² (2×2m) とし、各区3反復を設け、播種は散播とし、播種量は1,000g/aとした。なお、施肥時に耕運機で土中に攪拌するため、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。

7 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、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区内に設置した固定コドラート内 (1m×1m) のエンバクを対象に実施し、乾物収量は刈取調査したサンプルを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。

8 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。

9 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。

表1 播種日および収穫調査日

項目	試験区分	2020年	2021年	2022年
播種日	9月 1日播種区	9/1	8/31	9/1
	9月 5日播種区	9/4	9/4	9/5
	9月10日播種区	9/9	9/8	9/9
	9月15日播種区	9/15	9/14	9/15
	9月28日播種区	9/28	9/27	9/30
刈取調査日	全 区	12/14	12/6	12/2

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。

平均気温について、播種時期の9月を30年間平均と比較してみると、2020年は上旬が高く下旬が低かった。2021年は上旬が極端に低かったが、中旬で平均並み、下旬が高めであった。2022年は上旬が平均並みで中旬が高く、下旬がやや高かった。生育期では、2020年は前半が低く後半が高めであった。2021年は10月上旬が高くその後は平均並みか低めであった。2022年は前半が平均並みか低めであり、11月下旬で高くなった。

全体的な気温の変化を見ると、2020年と2022年が同じ傾向であり、2021年が逆の傾向に近かった。

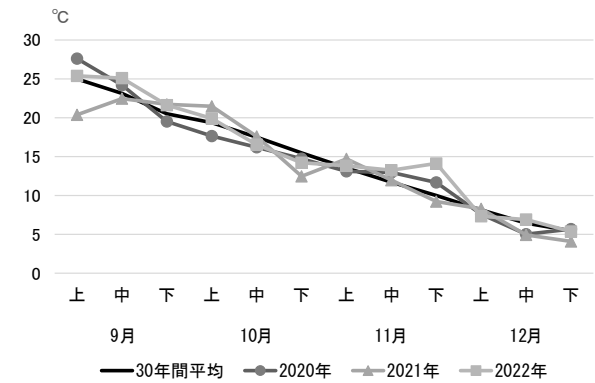


図1 旬別の平均気温の変化

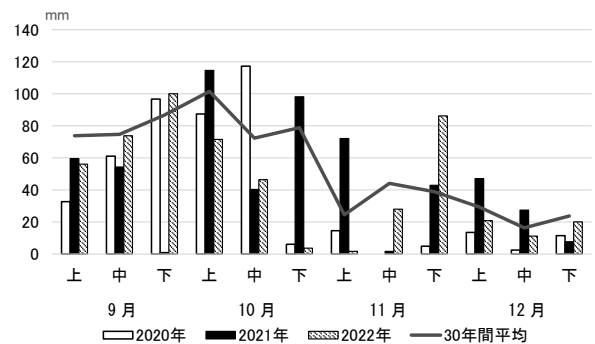


図2 旬別の降水量の変化

降水量について、2020年では10月上旬までは平均並みで中旬に多くなり、その後は少なく、11月中下旬で極端に少なかった。2021年では9月下旬は極端に少なく、10月上、下旬と11月上旬で多かった。2022年では10月下旬と11月上旬で少なく11月下旬で多かった。

2 収量調査結果

(1) 乾物収量および収穫時生育ステージ

12月上旬に行った収量調査での乾物収量を表2に、出穂期到達日および収穫時生育ステージを表3に示した。

表2 乾物収量

年次	9月1日播種	9月5日播種	9月10日播種	9月15日播種	9月28日播種
2020年	98.9±7.1 ^{ab}	85.0±3.1 ^a	94.6±4.9 ^{ab}	106.6±3.9 ^a	60.6±6.4 ^c
2021年	82.2±12.4 ^a	66.7±9.5 ^{ab}	63.1±1.2 ^{ab}	55.4±8.1 ^b	45.7±2.4 ^b
2022年	87.9±2.9 ^a	77.3±2.8 ^{ab}	72.8±8.4 ^{ab}	61.5±13.0 ^b	35.4±3.1 ^c
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)					

表3 出穂期到達日および収穫時生育ステージ

	年次	播種日				
		9月1日播種	9月5日播種	9月10日播種	9月15日播種	9月28日播種
出穂期到達日	2020年	10/23	10/26	11/1	11/16	-
	2021年	10/11	10/16	10/26	11/8	(12/6)
	2022年	10/12	(10/17)	11/1	11/11	-
収穫時の生育ステージ	2020年	糊熟前期	糊熟前期	乳熟後期	開花～乳熟期	伸長期～止葉
	2021年	糊熟前期	糊熟前期	乳熟期	乳熟前期	出穂始め
	2022年	乳熟～糊熟	乳熟～糊熟前期	乳熟前～後期	乳熟前期	出穂なし

※()内は出穂始日

2021年と2022年は、播種時期が遅くなるほど乾物収量が減少する傾向が見られた。これは播種時期が遅くなると成育期間が短くなることや生育期間中の気温低下により成育が遅れ、刈取り時の生育ステージが若くなることで影響していると考えられた。

しかし、2020年は9月15日播種区の乾物収量が最も多く、また、他の年次の播種時期すべてと比較しても、乾物収量は多かった。これは、11月の降水量が極端に少なかったことが影響している可能性と、また本試験と同一の試験圃場で実施した青木ら（1981）の秋作栽培の試験でも、播種時期を8月24日、9月2日、9月13日および10月1日の4回に分けて播種したところ、9月13日播種の乾物収量が最も高い結果となっていたことから、気象条件などによっては9月中旬播種の収量性が高い場合があると考えられた。また成育期間中の観察で年次によっては倒伏が多く、倒伏しては立ち上がりを繰り返して成育することもあった。この倒伏原因は強風や集中豪雨によるものであった。

3年間の乾物収量について、試験年次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播種時期による収量性の差についての明確な結果は得られなかった。そこで、年次ごとに一元配置の分散分析とTukeyの多重比較を行った。2020年では9月28日播種区がそれ以前の播種区より有意に少なく ($P<0.05$)、最も多かった9月15日播種区は9月5日播種区より有意に多かった ($P<0.05$)。

2021年では9月1日播種区が9月15日播種区と9月28日播種区より有意に多かった ($P<0.05$)。

2022年では9月28日播種区がそれ以前の播種区より有意に少なく ($P<0.05$)、9月1日播種区が9月15日播種区よりも有意に多かった ($P<0.05$)。

以上のことから、3年間の乾物収量については、これまで千葉県の標準的な播種時期とされていない9月15日播種区が9月5日播種区と9月10日播種区よりも統計的に有意に少なくなることはなかった。

出穂期到達日は9月10日播種区までは概ね10月中旬に出穂期に到達しており、9月15日播種区は11月中旬に出穂期に到達したが、9月28日播種区では出穂期に到達しなかった。また収穫調査時での播種日別生育ステージは、9月5日頃までに播種すると糊熟前期まで到達し、9月15日頃までに播種すると乳熟前期まで到達することが確認できた。

当センターが過去に行った秋作エンバクの試験成績書（未発表）と比べると、2001年の栽培試験では9月21日播種において12月27日の収穫時点で出穂期まで生育していた。また2003年の栽培試験では9月13日播種が、12月19日収穫時で出穂揃いまで生育していたことから、直接比

較するのは難しいが、今回の試験の方が生育ステージが早く進んでいる傾向にあった。

(2) 被度

収穫調査時の被度を表4に示した。

播種時期による一定の傾向は見られなかったが、2022年の牧草の被度がすべての播種時期において他の年次よりも低い値であった。2022年の9月1日播種区については播種後に強い降雨があったが、他の播種区では播種直後の降雨は記録されておらず、被度が低下した原因は不明であった。

表4 被度

		(%)				
年次	種類	9月1日播種	9月5日播種	9月10日播種	9月15日播種	9月28日播種
2020年	牧草	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0
	雑草	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
	裸地	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
2021年	牧草	96.7 ± 2.4	98.3 ± 2.4	100 ± 0	98.3 ± 2.4	100 ± 0
	雑草	1.7 ± 2.4	1.7 ± 2.4	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
	裸地	1.7 ± 2.4	0 ± 0	0 ± 0	1.7 ± 2.4	0 ± 0
2022年	牧草	76.7 ± 4.7	76.7 ± 9.4	93.3 ± 9.4	93.3 ± 9.4	83.3 ± 4.7
	雑草	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	16.7 ± 4.7
	裸地	23.3 ± 4.7	23.3 ± 9.4	6.7 ± 9.4	6.7 ± 9.4	0 ± 0
平均値±標準偏差						

(3) 草丈

収穫調査時の草丈を表5に示した。

播種時期による一定の傾向は見られなかったが、乾物収量と同様にどの播種区においても2020年の草丈が他の年次よりも高かった。

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。年次ごとの解析では、2020年は9月28日播種区が他の播種区に比べて有意に低く ($P<0.01$)、2021年は播種区間に差は認められず、2022年は9月28日播種区が9月1日播種区を除く他の3区よりも有意に低かった ($P<0.01$)。

草丈については、出穂までの日数や気温による影響が考えられたのでさまざまな解析を試みたが、今回の調査成績からは明確な結論は得られなかった。

表5 草丈

		(cm)				
年次		9月1日播種	9月5日播種	9月10日播種	9月15日播種	9月28日播種
2020年		140.1±0.6 ^A	142.7±2.8 ^A	142.0±3.0 ^A	139.4±1.4 ^A	127.1±3.3 ^B
2021年		108.2±3.7	106.6±6.1	112.7±4.9	114.6±3.5	112.9±4.9
2022年		120.6±2.7 ^{AB}	131.4±9.6 ^A	131.6±3.6 ^A	133.4±5.9 ^A	105.2±2.0 ^B
平均値±標準偏差						
各年次内での異符号間に有意差有り ($p<0.01$)						

(4) 倒伏率

収穫調査時の倒伏率を表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が、乳熟

前期に達していない9月28日播種区では3年間とも倒伏率は低かった。

表6 倒伏率

年次	9月1日播種	9月5日播種	9月10日播種	9月15日播種	9月28日播種
2020年	0±0	63.3±33.0	66.7±23.6	48.3±23.2	1.7±2.4
2021年	30.0±8.2	46.7±4.7	56.7±9.4	56.7±9.4	6.7±2.4
2022年	100±0	100±0	100±0	100±0	0±0
平均値±標準偏差					

(5) 乾物率

収穫調査時の乾物率を表7に示した。

乾物率は生育ステージと密接な関係があるので、当然ながら、播種時期が遅いほど乾物率が小さくなる傾向が認められた。

試験年次をブロック因子とした乱塊法による統計解析を乾物収量と同様な方法で行ったところ、交互作用は認められず、播種期区間に有意な差が認められた($P<0.01$)。そこで、Tukeyの多重比較を手計算により行ったところ、9月5日播種区と9月10日播種区間以外のすべての区間において有意な差が認められた($P<0.01$)。

表7 乾物率

年次	9月1日播種	9月5日播種	9月10日播種	9月15日播種	9月28日播種
2020年	20.6±0.7	18.3±0.7	17.6±1.3	17.1±0.5	10.6±0.4
2021年	23.4±0.7	21.3±0.9	20.2±1.8	16.4±2.6	13.0±0.5
2022年	23.7±1.1	18.9±0.5	18.0±1.6	16.5±0.5	10.7±0.7
3年間平均	22.6 ^A	19.5 ^B	18.6 ^B	16.7 ^C	11.4 ^D
平均値±標準偏差 異符号間に有意差有り($p<0.01$)					

(6) 病虫害

収穫調査時の病虫害の程度を表8に示した。

被害の程度は1(無又は極微)～9(甚)のスコアで評価した。

9月28日播種区では、全ての年次で病虫害の発生は見られなかった。2020年の9月5日播種区でスコア6、9月10日播種区でスコア5の被害が、2021年では9月1日播種区から9月15日播種区までスコア4～5の被害が認められたが、主にサビ病と見られる症状であった。2022年では播種時期の早い順にスコア9、8、7、5の被害が認められたが、主に葉の一部が枯れる症状であった。なお、今回の試験で生育ステージが若い9月28日播種区以外で病虫害の発生が認められたが、主に被害草の割合で評価しており、収量に影響を与える程の症状は出ていなかった。

表8 病虫害程度

年次	9月1日播種	9月5日播種	9月10日播種	9月15日播種	9月28日播種
2020年	2.0	6.0	5.0	1.0	1.0
2021年	4.0	5.0	5.0	4.0	1.0
2022年	9.0	8.0	7.0	5.0	1.0

1：無又は極微～9：甚の9段階評価

以上の試験結果を総合的に判断すると、秋作エンバクの播種時期は技術必携に記載されている8月下旬～9月上旬よりも遅い、9月中旬まで播種時期を延長できる可能性が示唆された。

引用文献

- 青木ひかる、三井安麿、米本貞夫、1981、千葉県畜産センター研究報告6、65-71
- 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
- 平尾明、渡辺聡、反町裕、2005、繊維分解酵素入り乳酸菌添加剤の麦サイレージへの効果、千葉畜セ研報5：73-77
- 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
- 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)
- 吉田実、1978、畜産を中心とする実験計画法、養賢堂：87-101、126-143