

気候変動下での千葉県における飼料用トウモロコシの播種時期の検討

岡庭就祐・名取美貴・中山妙子*

Investigation of Seeding Time of Corn for Silage in Chiba Prefecture under Climate Change

OKANIWA Shusuke, NATORI Miki and NAKAYAMA Taeko*

要 約

気候変動下での千葉県における飼料用トウモロコシの適切な播種時期を明らかにするため、2021年～2023年の3年間にかけて3作の試験を行った。本県の標準的な播種時期は4月中旬～6月中旬とされていることから、本試験では早期播種として3月中旬、3月下旬および4月上旬の3時期と、標準播種として4月中旬、4月下旬および5月中旬の3時期の合計6時期を設け、播種時期ごとの生育性や収量性を調査した。

苗立率は、2021年の5月中旬播種では虫害の発生によって、2022年の3月中旬播種では未発芽の増加によって、他の播種時期と比較して顕著に低い値を示した。苗立率の差を加味した推定乾物収量は、2021年のRM135においては5月中旬播種が、2022年はRM123、RM135ともに3月中旬播種が低値を示した。早期播種の3月下旬および4月上旬播種は他の播種時期と比較して同等以上の推定乾物収量であった。

台風由来の折損は2022年と2023年で確認され、いずれも播種が遅くなることで被害が大きかった。虫害由来の折損も播種が遅くなるにつれて多くなったが、2021年は3月中旬から4月上旬播種においても多かった。

以上のことから、温暖な南部地域も含め、現在の千葉県全域の気候下において、飼料用トウモロコシの播種は3月下旬まで早めることが可能と考えられた。加えて、早期播種は初期の虫害による栽植密度の低下抑制や、台風による折損倒伏被害の軽減が期待できるため、安定的に高収量を得る栽培技術として有効となる可能性が示唆された。

緒 言

飼料用トウモロコシ（以下、トウモロコシ）は、栄養性や嗜好性、栽培の容易さ等から、本県における基幹飼料作物となっている。一方で、トウモロコシの収穫時期は台風が襲来する8月～10月頃と重なること、草丈が高いことにより台風による倒伏や折損被害を受けやすく、被害を受けると機械での収穫が難しくなることから収量が激減するリスクがある。さらに、近年の気候変動によって台風の接近数が増加していることに加え、特に規模の大きい台風の比率が高くなっていることも報告されていることから（Yamaguchi et al 2020）、台風による倒伏被害のリスクはより増大していると考えられる。

本県におけるトウモロコシの推奨播種時期は、飼料作物栽培利用技術必携（千葉県1998）（以下、技術必携）に

おいて4月中旬～6月中旬とされており、播種可能開始時期は発芽が可能となる気温や霜害のリスクを考慮して設定されている。一方で、前述の気候変動は地球温暖化による気温上昇をもたらししている。気象庁（2024）の長期変化傾向では、1898年～2024年の範囲において集計したデータをもとに計算したところ、日本の年平均気温は100年で1.40℃上昇していることが示されている。加えて、当センターでの観測値においても、1991年～2000年の10年間と2011年～2020年の10年間では、年間平均気温が0.28℃上昇しており、特に3月は0.90℃の上昇とその幅が大きい。これらのことから、現行の技術必携で定められた播種時期を早期化できる可能性があり、これにより収穫も早期化すれば台風被害のリスク軽減につながることを期待できる。しかしながら、現在の本県におけるトウモロコシの播種時期の播種可能開始時期や、播種を早期化した際の収穫の早期化日数、収量性に及ぼす影響は明らかとなっていない。

これらのことから、本試験では気候変動下の千葉県におけるトウモロコシの適切な播種時期を明らかにするこ

令和7年8月31日受付

*現千葉県夷隅農業事務所

気候変動下での千葉県における飼料用トウモロコシの播種時期の検討

た。2022年は4月中下旬、7月中旬および8月中旬は多く、6月中旬、6月下旬、7月上旬および7月下旬は少なかった。2023年は全体的に少ない旬が多かったが、5月上旬、6月上旬および9月上旬は顕著に多かった。

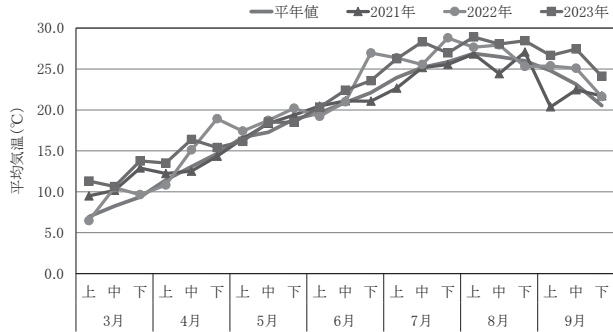


図1 旬別の平均気温の変化

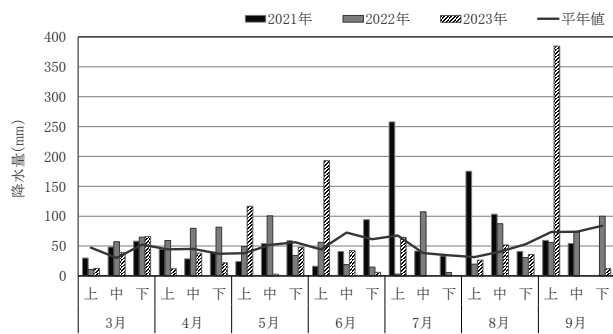


図2 旬別の降水量の変化

2 苗立率について

苗立率の結果を表2に示した。2021年の苗立率は、5月中旬播種のRM123が39.2%、RM135が48.3%と、ともに他の播種時期と比較して顕著に低い値であった。5月中旬播種は他の播種時期と比較してネキリムシ被害率が高かったことから、これが苗立率低下の要因と考えられた。また、次年度以降の試験において、ネキリムシによる欠株により調査個体が確保できない可能性が考えられたことか

ら、2022年および2023年は播種時にダイアジノン粒剤を全面散布して試験を行った。2022年の苗立率は、RM123、RM135において3月中旬播種がそれぞれ45.8%および43.3%と、他の播種時期よりも顕著に低い値であり、これは未発芽率の高さが要因であった。なお、2023年の苗立率には大きな差はみられなかった。

未発芽率の高さを考察するため、3年間のすべての播種時期における播種～発芽までの期間において、平均気温が10℃以下の日数を算出したところ、2022年3月中旬播種が13日であり、次に多かった2023年3月中旬播種の3日と比較して顕著に多かった。また、播種～発芽までの期間の総降水量は、2022年3月中旬播種が179 mmと、次に多かった2022年4月中旬播種の107 mmよりも顕著に多かった。播種～発芽までの低温や湿害によって発芽が悪化することは一般的に知られており、過去に早期播種を検討した報告(横石ら2014)においても、早期播種で未発芽が確認され、その要因は発芽前の低温としている。本試験では低温と同時に降水量も多かったことから、未発芽の要因が低温と湿害のどちらか、もしくは両方の影響による可能性が考えられた。

ネキリムシの食害については、ネキリムシ類であるカブラヤガおよびタマナヤガの成虫が多発する時期を調査した報告では、1回目の多発期は徳島県(谷本ら1977)と新潟県(樋口2005)で4月下旬～5月下旬、山形県(布施ら1982)では4月中旬～5月はじめと報告されている。産卵された卵は約1週間で幼虫となり、その後の5週間程度の幼虫期間に食害を及ぼすことから、4月中旬に産卵された場合には4月下旬～5月下旬ごろまで被害が発生すると考えられる。本試験におけるネキリムシ被害は4月中旬播種以降で確認されており、4月中旬に播種することで、発芽～播種後1か月の期間は4月下旬～5月下旬となることから、これらの報告とおおむね合致している。

以上のことより、3月中旬播種では未発芽の増加によって、4月中旬以降の特に遅い播種ではネキリムシ被害の増加によって、栽植密度が低下する可能性が示唆された。

表2 未発芽率、各被害率および苗立率

| | 相対熟度 | 播種時期 | RM123 | | | | | | | RM135 | | | | |
|-------|------|--------------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| | | | 3月中旬 | 3月下旬 | 4月上旬 | 4月中旬 | 4月下旬 | 5月中旬 | 3月中旬 | 3月下旬 | 4月上旬 | 4月中旬 | 4月下旬 | 5月中旬 |
| 2021年 | 発芽率 | 未発芽率 (%) | 25.8 | 20.0 | 20.8 | 23.3 | 18.3 | 41.7 | 26.7 | 17.5 | 15.0 | 28.3 | 16.7 | 34.2 |
| | | ネキリムシ被害率 (%) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 19.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.2 | 0.0 | 17.5 |
| | | 苗立率 (%) | 74.2 | 80.0 | 79.2 | 76.7 | 81.7 | 39.2 | 73.3 | 82.5 | 85.0 | 67.5 | 83.3 | 48.3 |
| 2022年 | 発芽率 | 未発芽率 (%) | 54.2 | 16.7 | 12.5 | 9.2 | 5.8 | 4.2 | 56.7 | 27.5 | 12.5 | 12.5 | 13.3 | 6.7 |
| | | ネキリムシ被害率 (%) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.3 |
| | | 苗立率 (%) | 45.8 | 83.3 | 87.5 | 90.8 | 94.2 | 90.8 | 43.3 | 72.5 | 87.5 | 87.5 | 86.7 | 90.0 |
| 2023年 | 発芽率 | 未発芽率 (%) | 23.3 | 19.2 | 5.0 | 10.8 | 13.3 | 8.3 | 5.0 | 14.2 | 1.7 | 0.8 | 13.3 | 10.8 |
| | | ネキリムシ被害率 (%) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.0 | 4.2 |
| | | カラス被害率 (%) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 苗立率 (%) | 76.7 | 80.8 | 95.0 | 87.5 | 81.7 | 86.7 | 95.0 | 85.8 | 98.3 | 99.2 | 76.7 | 85.0 |

3 収穫日（黄熟期到達日）について

本試験では黄熟期到達日を収穫日とした結果、RM123とRM135での収穫日（黄熟期到達日）は表3のとおりであった。RM123およびRM135のそれぞれの播種時期における収穫日について3年間の平均値を算出し、それをもとに播種時期を早めることで収穫日が早期化した日数を表4および表5に示した。その結果、例えば播種を4月下旬から3月

下旬に早めることで、収穫日はRM123では10日、RM135では11日早くなると考えられた。また、収穫日の早期化日数はRM123よりもRM135の方が大きくなる傾向にあり、これはRM123に比べてRM135の方が収穫期に達するまでの生育期間が長いために、短縮日数に反映されたものと推察された。

表3 試験実施区分と各年の収穫日（黄熟期到達日）

| 相対熟度 | RM123 | | | | | | RM135 | | | | | |
|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| | 3月中旬 | 3月下旬 | 4月上旬 | 4月中旬 | 4月下旬 | 5月中旬 | 3月中旬 | 3月下旬 | 4月上旬 | 4月中旬 | 4月下旬 | 5月中旬 |
| 2021年 | 8/10 | 8/11 | 8/11 | 8/19 | 8/19 | 8/30 | 8/30 | 9/6 | 9/8 | 9/8 | 9/10 | 9/15 |
| 2022年 | 8/12 | 8/12 | 8/16 | 8/17 | 8/22 | 8/25 | 8/29 | 9/1 | 9/6 | 9/8 | 9/12 | 9/16 |
| 2023年 | 8/7 | 8/10 | 8/14 | 8/16 | 8/21 | 8/28 | 8/22 | 8/28 | 8/29 | 9/7 | 9/14 | 9/22 |

表4 RM123における播種時期を早めた場合の収穫日の早期化日数

| 播種時期 (変更後) | 播種時期 (変更前) | | | | |
|---------------|------------|------|------|------|------|
| | 3月中旬 | 3月下旬 | 4月上旬 | 4月中旬 | 4月下旬 |
| 3月中旬 | 1 | 4 | 8 | 11 | 18 |
| 3月下旬 | - | 3 | 6 | 10 | 17 |
| 4月上旬 | - | - | 4 | 7 | 14 |
| 4月中旬 | - | - | - | 3 | 10 |
| 4月下旬 | - | - | - | - | 7 |

表5 RM135における播種時期を早めた場合の収穫日の早期化日数

| 播種時期 (変更後) | 播種時期 (変更前) | | | | |
|---------------|------------|------|------|------|------|
| | 3月中旬 | 3月下旬 | 4月上旬 | 4月中旬 | 4月下旬 |
| 3月中旬 | 5 | 8 | 12 | 16 | 22 |
| 3月下旬 | - | 3 | 6 | 11 | 16 |
| 4月上旬 | - | - | 4 | 8 | 14 |
| 4月中旬 | - | - | - | 4 | 10 |
| 4月下旬 | - | - | - | - | 6 |

4 稈長、稈径、着雌穂高および乾物雌穂重割合

収量調査結果のうち、稈長、稈径、着雌穂高および乾物雌穂重割合の3年間の平均値を表6に示した。

稈長は、播種が早くなることで短くなる傾向にあり、稈径は播種が早くなるとRM135において太くなる傾向を示した。小野ら（2005）は4月～6月に分けて播種を行ったところ、播種が早くなることで稈長が短く、稈径が太くなるとの同様の結果を報告しており、この要因として、播種が遅くなると生育盛期が7月～8月の高温と重なることで、軟弱徒長になったためと考察している。また、太田ら（1987）も同様の結果を報告しており、併せて播種が早いと収穫時におけるトウモロコシの地面から第3節間までの節間長が短かったことを示していることから、本試験の早期播種においても同様の要因で稈長が短くなったと考えられた。一方で、RM123の稈径は播種時期による差が確認されず、年ごとにその差を確認したところ、表には示さなかったが、2022年の3月中旬播種は25.7 mm、5月中旬播種は28.1 mmであったのに対し、2023年の3月中旬播種は29.0 mm、5月中旬播種は27.2 mmと年によって増減の傾向が異なっていた。この原因は不明であるが、年によって傾向が異なることから、生育盛期の気温以外の気象要因による影響の可能性も考えられた。

着雌穂高は播種が早くなると低くなる傾向を示した。これは稈長と同様に、播種が早くなることで地面に近い

節間長が短くなったことが要因と考えられた。

乾物雌穂重割合は播種が遅くなると低くなる傾向がみられ、その差はRM123よりもRM135で顕著であった。柳田ら（2022）の報告でも同様の傾向を示しており、これは播種が遅くなると雌穂の充実時期の気温が低下するためと考察している。前述の報告を参考に、本試験における各播種時期の収穫前20日間の平均気温を3年間の平均値で算出した結果、RM123の3月下旬播種では27.6℃、5月中旬播種では27.2℃であり、RM135の3月下旬播種では26.6℃、5月中旬播種では24.9℃であった。RM123、RM135ともに5月中旬播種の平均気温の方が低く、その差はRM135の方が大きかった。これらのことから、本試験で確認された播種時期による乾物雌穂重割合の差は、登熟期の気温が影響したと考えられた。

以上のことから、播種時期を早くすることで稈径が太く、かつ着雌穂高が低くなる傾向にあったことから、この生育特性により倒伏や折損のリスクが減少する可能性が考えられた。また、RM135の5月中旬播種で乾物雌穂割合が24.1%と、播種時期別で一番低い値となっていたことから、登熟期が9月に入るような栽培時期や品種を用いると、乾物雌穂重割合が低下しTDN含量が低くなる可能性が示唆された。

表6 収量調査結果（稈長、稈径、着雌穂高および乾物雌穂重割合）

| | | RM123 | | | | | | RM135 | | | | | |
|---------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| | | 3月中旬 | 3月下旬 | 4月上旬 | 4月中旬 | 4月下旬 | 5月中旬 | 3月中旬 | 3月下旬 | 4月上旬 | 4月中旬 | 4月下旬 | 5月中旬 |
| 稈長 | (cm) | 242 | 250 | 253 | 250 | 251 | 254 | 286 | 295 | 301 | 302 | 301 | 302 |
| 稈径 | (mm) | 28.7 | 28.2 | 28.8 | 28.5 | 27.6 | 29.3 | 29.0 | 27.4 | 24.6 | 24.5 | 23.0 | 25.2 |
| 着雌穂高 | (cm) | 115 | 126 | 131 | 129 | 129 | 130 | 150 | 156 | 159 | 160 | 160 | 164 |
| 乾物雌穂重割合 | (%) | 54.7 | 53.4 | 54.5 | 54.8 | 51.8 | 51.8 | 36.9 | 35.1 | 34.4 | 33.3 | 31.0 | 24.1 |

5 収量について

各RMにおける乾物収量および推定乾物収量の二元配置分散分析結果を表7に示した。RM123においては、乾物収量および推定乾物収量について、年次、播種時期、交互作用のすべてで有意な差が認められた。RM135においては、乾物収量は年次のみ、推定乾物収量は播種時期と交互作用で有意な差が認められた。

RM123の乾物収量と推定乾物収量の多重比較検定結果を表8に示した。乾物収量は、2021年でのみ5月中旬播種が298 kg/aと他の播種時期と比較して有意 ($P<0.05$) に高値を示し、2022年および2023年は播種時期による差は確認されなかった。本試験では収量調査時に生育している成長が中庸な5本を選定し、その平均重量と播種密度から乾物収量を算出していることから、本試験における乾物収量は1本当たりの個体重量を意味する。2021年については5月中旬播種において苗立率が39.2%と、他の播種時期よりも顕著に低かったことから、栽植密度の低下により1本当たりの収量が増加したと考えられる。栽植密度と個体重量には逆相関がみられるとの報告は数多くあり、本県における現地調査結果においても、栽植密度と乾物個

体重量には負の相関が確認されている（青木ら2018）。

RM123の推定乾物収量は、2022年のみ3月中旬播種が103 kg/aと、他の播種時期と比較して有意 ($P<0.05$) に低値を示した。2021年および2023年は播種時期による有意な差は認められなかったが、2021年は5月中旬播種が119 kg/aと他の播種時期よりも低い値であった。2022年の3月中旬播種は未発芽が多かったために苗立率が大幅に低下しており、乾物収量に差はみられなかったことから、未発芽の増加によって推定乾物収量が減少したと考えられた。

RM135の乾物収量と推定乾物収量の多重比較検定結果を表9に示した。RM135の乾物収量について、播種時期による差は確認されなかった。

RM135の推定乾物収量は、2021年において5月中旬播種が182 kg/aと、3月下旬播種の320 kg/aと比較して有意 ($P<0.05$) に低値を示し、2022年では3月中旬播種が167 kg/aと他の播種時期と比較して有意 ($P<0.05$) に低値を示した。2021年の5月中旬播種は虫害により苗立率が低下しており、乾物収量は他の播種時期と比較して同等以上であったことから、この推定乾物収量の低下は虫害による苗立率の低下が要因と考えられた。なお2021年はRM123においても5月中旬播種の苗立率が低下しており、有意ではないものの推定乾物収量が低いことから、RMに関係なく収量減少が起こる可能性があると考えられた。2022年で確認された3月中旬播種の推定乾物収量の減少は、RM123と同様に未発芽の増加による苗立率低下が要因と考えられた。

表7 乾物収量および推定乾物収量の二元配置分散分析

| | | 年次 播種時期 年次×播種時期 | | |
|-------|--------|-----------------|------|---------|
| | | 年次 | 播種時期 | 年次×播種時期 |
| RM123 | 乾物収量 | * | * | * |
| | 推定乾物収量 | * | * | * |
| RM135 | 乾物収量 | * | NS | NS |
| | 推定乾物収量 | NS | * | * |

*: $P<0.05$, NS:Not Significant

表8 RM123における乾物収量および推定乾物収量

| | | 3月中旬 | 3月下旬 | 4月上旬 | 4月中旬 | 4月下旬 | 5月中旬 |
|---------------|-------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| | | 乾物収量 (kg/a) | 2021年 | 208 ± 11 ^b | 165 ± 14 ^b | 197 ± 5 ^b | 219 ± 9 ^b |
| | 2022年 | 225 ± 4 | 238 ± 15 | 259 ± 19 | 231 ± 17 | 218 ± 13 | 233 ± 11 |
| | 2023年 | 222 ± 3 | 233 ± 11 | 213 ± 7 | 216 ± 9 | 191 ± 8 | 223 ± 4 |
| 推定乾物収量 (kg/a) | 2021年 | 154 ± 4 | 130 ± 2 | 156 ± 8 | 167 ± 7 | 154 ± 2 | 119 ± 37 |
| | 2022年 | 103 ± 3 ^b | 197 ± 5 ^a | 226 ± 11 ^a | 210 ± 19 ^a | 205 ± 15 ^a | 210 ± 2 ^a |
| | 2023年 | 170 ± 17 | 189 ± 13 | 202 ± 11 | 190 ± 20 | 156 ± 8 | 193 ± 10 |

年次内の異符号間に有意差あり ($P<0.05$)

表9 RM135における乾物収量および推定乾物収量

| | | 3月中旬 | 3月下旬 | 4月上旬 | 4月中旬 | 4月下旬 | 5月中旬 |
|---------------|-------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| | | 乾物収量 (kg/a) | 2021年 | 372 ± 8 | 388 ± 12 | 334 ± 31 | 340 ± 37 |
| | 2022年 | 387 ± 15 | 412 ± 16 | 357 ± 33 | 328 ± 21 | 347 ± 6 | 305 ± 9 |
| | 2023年 | 299 ± 26 | 303 ± 9 | 293 ± 11 | 305 ± 17 | 281 ± 3 | 328 ± 28 |
| 推定乾物収量 (kg/a) | 2021年 | 272 ± 12 ^{ab} | 320 ± 25 ^a | 282 ± 14 ^{ab} | 233 ± 40 ^{ab} | 284 ± 21 ^{ab} | 182 ± 37 ^b |
| | 2022年 | 167 ± 6 ^b | 299 ± 13 ^a | 310 ± 14 ^a | 288 ± 25 ^a | 301 ± 16 ^a | 274 ± 3 ^a |
| | 2023年 | 284 ± 25 | 259 ± 12 | 288 ± 8 | 303 ± 19 | 216 ± 35 | 279 ± 26 |

年次内の異符号間に有意差あり ($P<0.05$)

これらのことから、3月中旬播種は未発芽による苗立率の低下、5月中旬播種は虫害被害による苗立率の低下によって、収量が減少する可能性が示唆された。また、3月下旬および4月上旬播種であれば、現行の播種時期と比較して遜色のない収量が得られると考えられた。

6 折損および倒伏について

要因別の折損率および倒伏率を表10に示した。

2021年はRM123およびRM135ともに気象要因由来の折損が少なく、ほとんどが虫害要因であった。虫害要因の折損は、RM123において3月中旬播種と5月中旬播種が16.7%と高く、RM135では4月中旬播種が31.7%、4月下旬播種が28.3%と高い値であった。

2022年は、RM123の4月中旬播種以降で台風由来の折損が確認され、虫害要因の折損も播種が遅くなるにつれて増加した。RM135ではすべての播種時期において台風由来の折損が確認されたが、播種が遅い方が被害は大きかった。虫害要因の折損は5月中旬播種が10.0%と最も高い値であり、折損の合計値は播種が遅くなるにつれて増加した。

2023年のRM123では、虫害要因の折損のみ確認され、5月中旬播種が10.0%と最も多かった。RM135については、台風由来の折損が4月下旬播種以降で確認され、虫害要因の折損は播種が遅くなるにつれて高くなった。

気象要因の折損を台風と台風以外で分けて調査したところ、気象要因の多くは台風が要因であった。台風による折損のしやすさは、台風の接近数の多さとトウモロコシ自体の折損のしやすさの二つの要因で考えることができる。2021年は試験期間に台風の接近はなかったが、2022年は8月13日に台風8号が接近し、RM123では4月上旬

播種以降が、RM135ではすべての播種時期が生育期間と重なった。2023年は9月7日に台風13号が接近し、RM135のみにおいて4月下旬と5月中旬播種が生育期間と重なった。関東地方における直近30年間の各月の台風接近数(気象庁2024)をもとに、月別の割合を算出したところ、7月は13%、8月は23%、9月は35%、10月は21%であり、9月の接近割合が最も高かった。また、1月からの累計では、7月末までが20%、8月末までが44%、9月末までが79%であったことから、栽培時期が早くなることで台風接近のリスクが減少すると言えるが、トウモロコシ自体の折損のしやすさについては、着雌穂高の高さおよび茎の細さに関係すると考えられる。本試験においては、播種が早くなることで着雌穂高が低くなり、稈径が太くなる傾向が確認されたため、トウモロコシ自体も風を受けたときに折損し難くなったと考えられた。これらのことから、播種時期を早くすることで台風による折損や倒伏被害のリスクが減少すると考えられ、本試験の台風による折損率からも、その傾向が確認された。

アワノメイガは抽雄期後の花粉によって誘引されるため、抽雄期とアワノメイガの発生時期が重なることで虫害が多発すると考え、アワノメイガ発生時期と虫害被害の多かった播種時期の抽雄期を比較した。千葉県におけるアワノメイガ成虫の発生は年3回であり、1回目は4月下旬～6月下旬、2回目は7月中旬～8月中旬、3回目は8月中旬～9月中旬であったと報告されている(市原1975)。また、虫害被害が高くなった播種時期は、2022年のRM123では5月中旬播種、RM135では4月中旬播種以降であり、抽雄期はそれぞれ7月17日および7月13日であった。また、2023年ではRM123においては5月中旬播種、RM135において

表10 要因別の折損率および倒伏率

| | | 相対熟度 | | RM123 | | | | | | RM135 | | | | | |
|-------|-----|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 播種時期 | | 3月 中旬 | 3月 下旬 | 4月 上旬 | 4月 中旬 | 4月 下旬 | 5月 中旬 | 3月 中旬 | 3月 下旬 | 4月 上旬 | 4月 中旬 | 4月 下旬 | 5月 中旬 |
| 2021年 | 折損率 | 気象 | 台風以外 (%) | 0.0 | 3.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | | 台風 (%) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 虫害 | (%) | 16.7 | 13.3 | 13.3 | 5.0 | 8.3 | 16.7 | 15.0 | 3.3 | 6.7 | 31.7 | 28.3 | 21.7 |
| | | | 合計 (%) | 16.7 | 16.6 | 13.3 | 5.0 | 8.3 | 16.7 | 15.0 | 3.3 | 6.7 | 31.7 | 28.3 | 21.7 |
| | 倒伏率 | (%) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2022年 | 折損率 | 気象 | 台風以外 (%) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.4 | 0.0 | 1.6 | 0.0 | 1.7 | 1.7 | 0.0 |
| | | | 台風 (%) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.3 | 3.3 | 8.3 | 3.3 | 1.7 | 3.3 | 5.0 | 8.3 | 13.3 |
| | | 虫害 | (%) | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 3.3 | 1.7 | 8.3 | 3.3 | 1.7 | 8.3 | 8.3 | 3.3 | 10.0 |
| | | | 合計 (%) | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 6.6 | 5.0 | 20.0 | 6.6 | 5.0 | 11.6 | 15.0 | 13.3 | 23.3 |
| | 倒伏率 | (%) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 |
| 2023年 | 折損率 | 気象 | 台風以外 (%) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | | 台風 (%) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 16.7 | 11.7 |
| | | 虫害 | (%) | 1.7 | 6.7 | 5.0 | 3.3 | 3.3 | 10.0 | 0.0 | 1.7 | 1.7 | 8.3 | 10.0 | 13.3 |
| | | | 合計 (%) | 1.7 | 6.7 | 5.0 | 3.3 | 3.3 | 10.0 | 0.0 | 1.7 | 1.7 | 8.3 | 26.7 | 25.0 |
| | 倒伏率 | (%) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

は4月中旬播種以降であり、抽雄期はともに7月18日であった。これらの抽雄期は前述の市原の報告したアワノメイガの2回目の発生時期と重なることから、抽雄期とアワノメイガ成虫の発生時期が重なったことで虫害被害が増加したと推察された。一方で、2021年については、RM123で3月中旬～4月上旬播種、RM135では3月中旬播種においても高い虫害被害を確認した。斉藤ら（1985）は、年によりアワノメイガの発生時期が異なり、この違いは気温の影響によると述べており、併せて発育速度と温度には直線的な関係があったと報告している。6月下旬の平均気温は、2021年が21.1℃、2022年が27.0℃、2023年が23.6℃であったことから、この気温差によって2021年のアワノメイガ成虫の発生時期が他の年よりも遅れ、1回目のアワノメイガ発生タイミングと抽雄期が重なったと考えられた。これらのことから、虫害による折損被害は播種が早くなることで減少すると考えられたが、気象条件によっては早期播種においても増加する可能性があるとの示唆された。

以上のことから、現行の技術必携において4月中旬～6月中旬とされているトウモロコシの播種時期について、播種時期は3月下旬まで早めることができると考えられた。加えて、早期播種は初期の虫害による栽植密度の低下抑制や、台風による折損倒伏被害の軽減が期待できることから、安定的に高収量を得る栽培技術として有効となる可能性が示唆された。

引用文献

- 青木大輔・行川貴浩、2018、トウモロコシ単播栽培における収量制限要因と安定生産技術、千葉県畜産センター研究報告18:15-20
- 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
- 布施寛・藤真弼・石黒清秀・斎藤敏一、1982、庄内地方における転作大豆の病害虫（Ⅲ）、北日本病害虫研究会報32:16-18
- 樋口博也、2005、ダイズを加害するネキリムシ類の発生動向、北陸病害虫研究会報54:55-58
- 市原伊助、1975、ショウガにおけるアワノメイガの発生消長と薬剤防除法、千葉県農業試験場研究報告16:59-67
- 気象庁、2024、関東地方および甲信地方への接近数（2024年までの台風接近数）[2025年8月18日引用] Available from URL:http://www.data.jma.go.jp/typhoon/statistics/accesion/kanto_koshin.html
- 気象庁、2024、日本の年平均気温偏差の経年変化（1898～2024年）[2025年8月19日引用] Available from URL:https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_jpn.html
- 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）

- Munehiko Yamaguchi and Shuhei Maeda、2020、Increase in the Number of Tropical Cyclones Approaching Tokyo since 1980、Journal of the Meteorological Society of Japan、98(4):775-786
- 小野晃一・前田綾子・菅沼京子・田澤倫子・星一美、2005、飼料用トウモロコシの気象感応試験、栃木県酪農試験場研究報告128:15-28
- 太田繁・山田互・久根崎久二・小針久典、1987、とうもろこしの早播効果と遅霜被害、岩手県畜産試験場研究報告15:66-71
- 斉藤修・奥俊夫、1985、トウモロコシ圃場におけるアワノメイガの個体群動態、東北農業試験場研究報告71:43-57
- 谷本温暉・野口義弘、1977、ネキリムシ類の生態と薬剤防除、徳島県農業試験場試験研究報告15:55-62
- 柳田知夏・前田綾子・齋藤憲夫・和氣貴光・野憲一・沖杉美穂、2022、飼料用トウモロコシにおける最大収量確保技術の検討、栃木県畜産酪農研究センター研究報告9:44-52
- 横石和也・白田英樹、2014、トウモロコシ二期作栽培の品種比較試験、徳島県立農林水産総合技術支援センター畜産研究課研究報告13:46-49