

第 I 章 緒 論

北海道におけるトウモロコシ栽培は、明治のはじめにアメリカからトウモロコシが導入されたことに端を発しており、それ以来、用途別に多様な変化を経て現在に至っている。

この中で、サイレージ用は一時は全道一円に作付けされていたが、1960年前後以降、図 I-1 に示されるように、原料の生産および利用の両分野に幾多の変化が生じ、そのために作付面積は1958年の35,000 haを境にして減少し、1971年には28,000 haと最低を記録した。しかし、その後は徐々に増加し、1973年のオイルショック

を経て急激な増加をみせ、1975年には35,500 ha、また1982年には52,900 haと全国の約43%を占めている。

これらの時代的変遷をトウモロコシサイレージ原料生産および利用の両分野から区分すると、茎葉利用期、茎葉主体利用期および茎葉雌穂利用期の3期に区分できる。

茎葉利用期は明治以降続いてきた茎葉の生産および利用を中心とする時代で、1970年近くまで続いた。この時代は、1969年の坪松の論文¹⁹⁶⁾に代表されるように、寒地におけるサイレージ

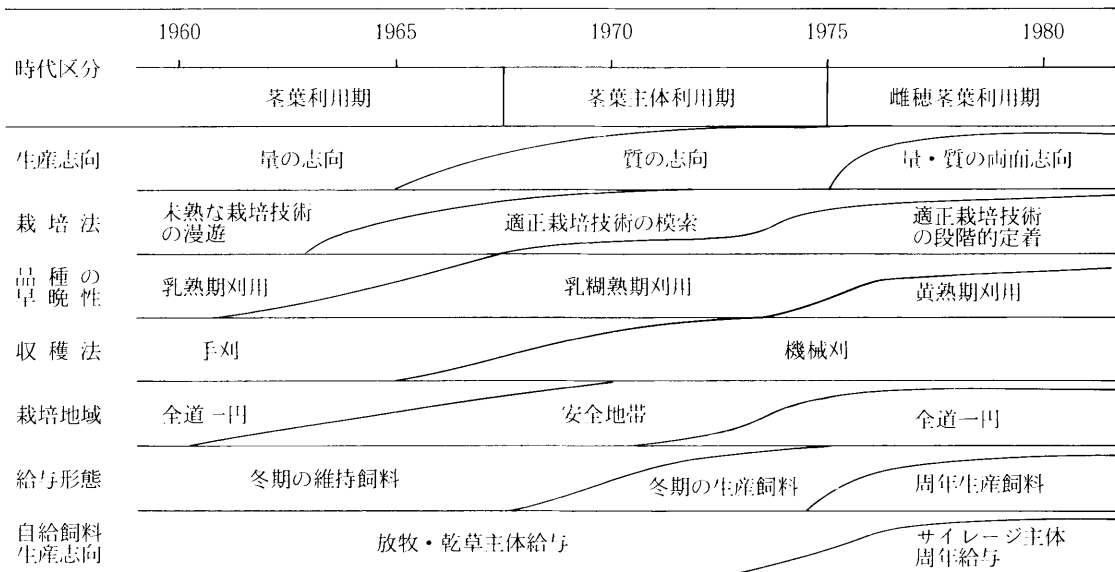


図 I-1 北海道におけるサイレージ用トウモロコシ原料生産の変遷

原料は牧草とすべきであるとする粗飼料生産の中心がおかれている。このような考え方は、十分な生産管理手段を持たないままに、広大な土地の開拓と共に進められてきた北海道の酪農振興と発展の基盤となっており、それは現在も継続されている。この時代におけるトウモロコシは、多汁質の冬期における維持飼料としての役割りを持っていたが、体系的な早晩性の

品種群選定を含む栽培技術の解明・普及が十分でないために、トウモロコシ栽培限界地帯では放牧・乾草主体給与の発達に拍車をかけ、トウモロコシの作付けは後退していった。1962年に、Drakeら²⁶⁾は北海道におけるサイレージ用トウモロコシ品種の早生化と栽培法の改善が原料の多収と品質向上のために必要であるとその先見の洞察を作物学的に述べている。他方では、

1965年頃を境にして、従来の手刈—予乾—埋蔵の行程から機械刈—埋蔵への志向が始まり、品種の耐倒伏性の重要性が徐々に増大してきた。

茎葉主体利用期は、茎葉利用期から茎葉雌穂利用期への過渡期となる時期である。原料としてのトウモロコシの雌穂または子実の高飼料価値が認識されてきたものの、現実にはこのような熟度の進んだ原料は面積当り収量が低いとみられて、雌穂の活用が依然として不十分であった。このような変化をもたらす根拠となったのは、1967年の高野の論文「コーンサイレーズの品質改善と評価法に関する研究」¹⁷⁰⁾に集約された知見であろう。この論文は、須藤による早熟性品種サイレーズの飼養効果に対する先駆的見解¹⁶⁵⁾に次いで、北海道におけるホールクロップ・サイレーズ用トウモロコシについて調製技術的、飼養学のおよび栄養学的に体系的研究を行ったものである。これにより得られた知見は、以後北海道におけるトウモロコシサイレーズの品質評価に普ねく利用され、サイレーズの品質向上に指導的役割りを果たして今日に至っている。この時代の特徴は、収穫体系が機械化されて栽培面積が増大すると共に、耐倒伏性の強い品種の作付けの急増と弱い品種の急減がみられたことである。また、早播、施肥量の増加、適正栽植密度の志向など、栽培諸技術の模索が行われた。そして家畜の飼養形態は依然として放牧・乾草主体給与であったが、トウモロコシサイレーズの役割りは冬期維持飼料から生産飼料としての色彩が濃くなっていた。トウモロコシの作付けは、気象条件の良い北海道の内陸ないしは中央地帯が主である。しかし、減少傾向を示していた作付面積が上向きに転じた1971年の前後から、それまでトウモロコシ栽培が不適とされていたいわゆる限界地帯においても作付けが行われるようになった。このような栽培地域の拡大に伴って、種子の低温発芽性および稚苗期の低温生長性の高い品種が選定されるようになってきた。

茎葉雌穂利用期は、原料の雌穂・子実を重視

して、適正な栽培法により刈取時に黄熟期に達した原料の乾物およびTDNの多収であること、そしてひいては粗飼料栽培面積当りの乳生産量の増加をもたらすということが、理解されてから現在も続いている時代である。すなわち、原料中に占める雌穂の地位が茎葉と同等かそれ以上に位置づけられている。これには、アメリカで早くから発表されていたNevensら¹⁴⁰⁾、Huffmanら⁶⁹⁾、Gordon⁴⁶⁾およびGordonら⁴⁷⁾の研究も強く影響しているものと思われる。

この時代は、1975年直前からその特徴を鮮明にしつつあったが、1980年代はその拡充期に当ると考えられる。トウモロコシの栽培限界地帯における作付け地域の拡大と条件の良好な地帯における粗飼料栽培面積中に占める作付比率の増大によって、作付け面積は飛躍的に増加した。他方、栽培技術が向上したものの、施肥量水準の増加は特に限界地帯における肥料濃度障害をもたらし、施肥法改善の重要性が大きく浮び上ってきた。給与形態はサイレーズ主体の通年給与へと移行してきた。

以上のような、サイレーズ用トウモロコシ生産上における歴史的発展過程の中にあって、1965年前後の十勝農試における子実用トウモロコシの多肥密植栽培試験の結果には、子実用として考えられていた早生品種がサイレーズ用としての晩生品種よりも多収である可能性が示されていた。著者はこのことおよび前述のDrakeら²⁶⁾、および高野¹⁷⁰⁾の論文に示唆を得、爾来予備的実験を繰り返して、1970年からは品種の早晩生、栽植密度、施肥量、刈取時期、地域性およびこれら相互の要因について試験を重ね検討してきた。また、1974年から北農試畑作部において、同様の考えに基づいて同部と協力しながら消化試験を行ってきた。これらの結果は、1976年に「トウモロコシ高栄養サイレーズ原料生産に関する試験」¹⁹¹⁾として、また1978年には「高エネルギートウモロコシサイレーズの調製と利用に関する試験」⁶⁰⁾として北海道農業試験会議に提案され、共に指導参考事項として認めら

れた。これらの両事項の骨子は、いずれも道東道北およびこれと類似する地帯において、刈取時に黄熟期となるような品種を適正な栽培法によって作付けることが、高栄養価原料の多収のために必要であることを示したものであり、これらの基本は現在広く普及利用されている。さらに、1977年には同様の考え方に基づいて育成された新品種「ワセホマレ」が農林登録品種として認められ¹⁰²⁾、この品種は、トウモロコシの栽培限界地帯において欠くことのできないものとなっている。

本論文は、上記の「トウモロコシ高栄養サイレージ原料生産に関する試験」、新品種「ワセホマレ」の育成過程およびこれに付随して得られた研究成果を中心に、寒地におけるホールクロープ・サイレージ用トウモロコシの高栄養価原料生産の安定多収を目的として、栽培法の改善および品種改良と配合に関する成果をとりまとめたものである。

謝 辞

本論文をまとめるに当り、東京農業大学農学部教授 山田豊一博士、同 金木良三博士、同 近藤典生博士、ならびに弘前大学農学部教授

佐々木信介博士には、論文作成の過程で終始温かい励ましと共に適切な助言と懇篤なる御指導ならびに御校閲を賜った。ここに衷心より御礼を申し上げる。

本研究は十勝農業試験場の在任中に、多くの上司と同僚の御指導ならびに御協力により遂行されたものである。特に、前とうもろこし科長 仲野博之氏（現上川農業試験場長）、前同科研究員 桑島昭吉氏（現十勝農業試験場管理科長）、前同科研究員 国井輝男氏（現上川農業試験場畑作科長）ならびに現とうもろこし科長 長谷川寿保博士には、上司、先輩として御指導をいただいた。これらに対し深い感謝の意を捧げる。

また、現とうもろこし科研究員 千藤茂行博士ならびに高宮泰宏氏には、試験遂行上で同僚として御協力いただいた。これに対し感謝する。

また、研究遂行上において、多大の御支援をいただいた十勝管内の関係機関、とりわけ十勝農業協同組合連合会、十勝南部地区農業改良普及所忠類村駐在所ならびに十勝西部地区農業改良普及所新得駐在所、また広尾郡忠類村 紺野宗嘉氏ならびに上川郡新得町 児玉武氏の各位には深甚なる謝意を捧げる。

第Ⅱ章 寒地における生育特性とその問題点

作物生産上における品質および多収性の向上には、栽培法の改善、品種改良および両者の相乗作用を検討することが必要である。そして、栽培法改善および品種改良は栽培地域の環境およびそこにおける生育特性に基づかなければならない。そこで、本章では、まず寒地におけるトウモロコシの生育の推移を検討すると共に、これに伴う障害発生的重要性を論じ、また登熟期における乾物蓄積と原料の品質を明らかにしようとするものである。

第1節 生育の推移とその問題点

それぞれの地域における生育の推移は、その地域の生育特性を基本的に示す指標として有効である。寒地におけるこの生育の推移を、寒地を代表する芽室と暖地の都城との比較により検討するため、それぞれ十勝農試および宮崎農試都城支場の成績書に基づいて対比すると共に、寒地における基本的な生育の推移を早晩性品種群間で検討した。また、これらの結果から、北海道東北部の山麓沿海部におけるトウモロコシ栽培に重大な影響をもつ種子の発芽遅速についても検討した。

1. 生育の推移における問題点

(1) 検討方法

寒地における生育の推移を暖地と比較するために、それぞれの地域における代表的な早生品種を用い、また播種期を変えた場合の結果を検討した。これにより、寒地におけるおおまかな生育の推移からみた問題点を摘出しようとした。

次に、寒地における生育の推移を早晩性品種群間の相違から検討するために、1965～1977年

の比較可能な年次の成績に基づいて、生育区分の推移の模式図を作成した。その前提条件としては、播種期が5月上旬初め、その他の栽培管理技術は標準耕種法によることとした。また、早晩生の標準品種は、早生品種を「ワセホマレ」および「C 535」、中生品種を「ホクユウ」および「Jx 844」、また晩生品種を「P 3715」および「W 573」とした。これらの区分は次節以降においても同様とした。生育の区分は、浦野ほか¹⁹⁷⁾および系統適応性検定試験実施要領¹⁴⁷⁾に基づいた。

そして、この生育区分に障害発生を対置して示した。

(2) 検討結果

図Ⅱ-1は、芽室における生育の推移を都城と対比して示したものである。都城に対する芽室の生育の特徴をみれば、生育期間が著しく短いこと、早期播種である播種期aのみで初霜時に黄熟期に達すること、播種から発芽(以下、圃場出芽を発芽とし、種子発芽と区分して用いる)に至る期間がやや長いことおよび収量水準の低いことなどが認められる。

次に、図Ⅱ-2は生育の推移を早晩性品種群間で模式化すると共に、生育期間中の障害発生時期を対置して示したものである。

発芽期は、5月上旬初めに播種すると、低温条件であるために約2週間後の20日過ぎと遅い。発芽後約4週間で、葉齢は6～7葉になる。そして、早生、中生および晩生品種群における雌穂の幼穂形成期は、それぞれ6月下旬初め、6月下旬後半および7月上旬初めの時期になる。この時の早生、中生および晩生品種群における雌穂の着生葉位は、それぞれ10葉位、12葉位および14葉位である。

雄穂抽出を得て、絹糸抽出期は早生品種群で

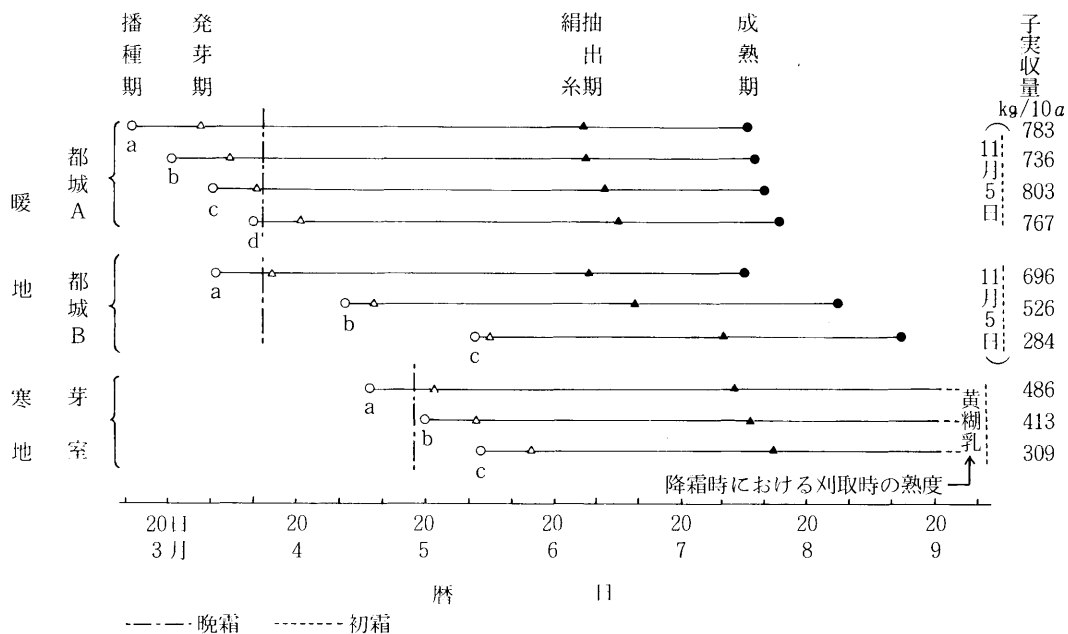


図 II - 1 寒地と暖地における生育経過

注：都城Aは1966と1967年の平均，都城Bは1963年，共に品種は交1号（都城支場）。寒地は1963～1965年の平均，品種は交4号（十勝農試）。

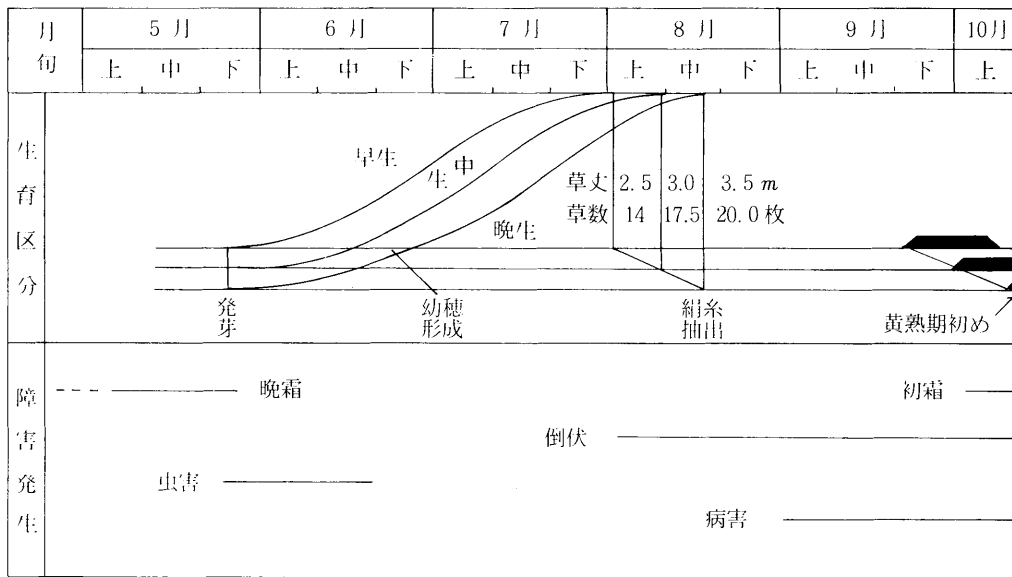


図 II - 2 芽室における早晩性品種群の生育推移と障害発生

は8月上旬前半, 中生品種群では8月10日前後, また晩生品種群では8月中旬半ばである。限界地帯においては, これより10~15日遅れる。

受粉・受精し, 8月末において個体の草姿はほぼ一定となる。この時期における個体の草丈と全葉数は, 早生, 中生および晩生品種群でそれぞれ2.5 mと14.0枚, 3.0 mと17.5枚および3.5 mと20.0枚である。

刈取適期を第2節において述べるように, ホークロップ原料の乾物率25~35%の黄熟初期から後期とすると, 刈取適期は早生品種群では9月下旬末, また, 中生品種群では9月下旬末から10月上旬であるが, 晩生品種群では刈取適期に達しない地帯がある。

次に障害発生についてのべる。播種後から4~5葉期にかけての時期は, 低温に経過するために, 肥料の高濃度および種子品質の僅かの不良も発芽や発芽後の生育に異常をもたらすことが多い。また, 種子や幼苗を食害する幼害虫(シヨウブヨトウ類, ツトガ類など)が発生する。年次によっては晩霜による被害が発生する。

8月以降, 刈取期までの間には倒伏をひき起す強風多雨の襲来が多い。特に絹糸抽出期前後は茎部が軟弱なため倒伏しやすい。初期における倒伏の型はわん曲型が多いが, 登熟の進展に伴って挫折型と転び型が多くなり, その被害程度も著しくなる。

9月に入り, ごま葉枯病やすす紋病の発生,

またアブラムシ類の発生がみられることがあるが, 収量および品質に実質的な影響を及ぼした事例は稀である。

2. 発芽の遅速における問題点

(1) 検討方法

まず, 気象条件の異なる年次における品種間の発芽遅速をみるため, 十勝農試における生産力検定試験の中から比較可能な年次および品種の発芽期調査の結果を比較検討した。圃場における発芽は施肥量によって左右されることが多いので, 比較の対照となる年次は同一施肥量の年次に限定した。

次いで, 1977年に北海道の北部において, 肥料の高濃度に起因すると思われる発芽および初期生育の異常が認められたので¹⁰¹⁾, 施肥方法の差による発芽の遅速をみる目的で, 道内12場所で行われた系統適応性検定試験および奨励品種決定現地試験におけるデータを比較検討した。

(2) 検討結果

表II-1には, 年次間の比較ごとに播種から発芽の期間における日平均気温を示した。

AからDのいずれの比較においても, この期間の気象条件が良好と判断された年次の日平均気温は, 不良と判断された年次よりも1~3℃高い値を示した。図II-3は, 表II-1に示された気象条件の良好年対不良年における多数品

表II-1 播種から発芽までの日平均気温(芽室)

比較	年次	日平均気温	気象条件	播種日	発芽期
A	1963	13.7℃	良	5.15(月日)	5.24(月日)
	1964	11.2	不良	15	26
B	1966	13.9	良	18	27
	1965	11.9	不良	14	29
C	1970	10.8	良	16	28
	1969	9.6	不良	14	6.3
D	1976	14.5	良	12	5.24
	1977	10.8	不良	11	26

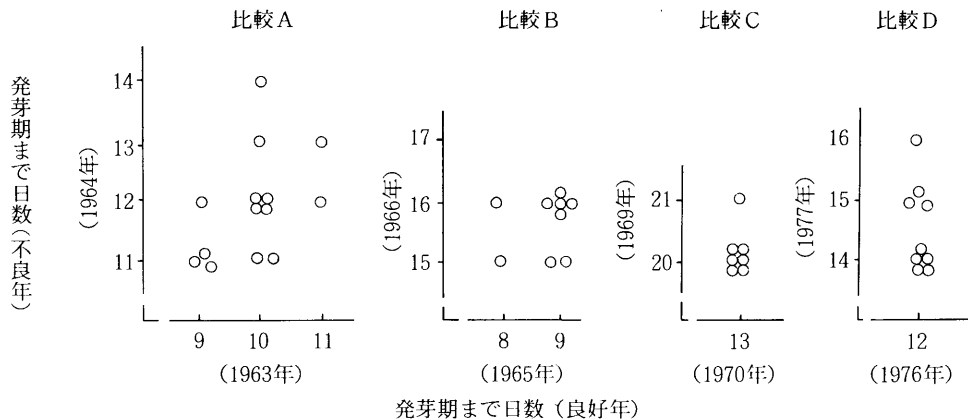


図 II - 3 年次による発芽の品種間変動

表 II - 2 施肥法による播種から発芽までの(日最高+最低)/2の積算温度

区 分		積算温度(年次)
施肥法	場 所	
機 械	芽 室	165 ± 13 °C (1965~'77の13ヶ年)
	鹿 追	169 ± 32 (")
	浦 幌	176 ± 40 (")
	佐 呂 間	188 ± 25 (1965~'72の7ヶ年)
	紋 別	172 ± 39 (1963, '65~'70の7ヶ年)
	黒 松 内	169 ± 58 (1970~'77の8ヶ年)
	月 寒	190 ± 32 (1965~'77の13ヶ年)
鋤	芽 室	193 (1976, '77の2ヶ年)
	訓 子 府	203 ± 40 (1965~'77の13ヶ年)
	中 標 津	221 ± 48 (1965, '66, '72~'77の8ヶ年)
	天 塩	183 ± 44 (1963~'66, '75~'77の7ヶ年)
機 械 鋤	滝 川	256 ± 47 (1965~'77の13ヶ年)
	平 均	176 — 211 —

種の発芽までの日数を対置したものである。この図から、不良年における品種の発芽までの日数の差は良好年におけるよりも少ないこと、および不良年においては品種間の差が大きくなることが認められた。

表 II - 2 は、品種比較試験における施肥法の差異、すなわち施肥機(作条両側)利用と鋤・レーキによる施肥法が発芽に及ぼす影響をみたものである。鋤による施肥方法は、発芽に要する

後述(第 V 章, 第 1 節)の単純積算温度が 211 °C で、施肥機による場合よりも約 35 °C 多くなつて、日数に換算すると約 3 日の遅延となった。

3. 考 察

表 II - 3 に示した様に、北海道特に道東・道北部の寒地における平年の晩霜日は 5 月中旬に中心があり、各地域における年次間の標準偏差

表Ⅱ-3 北海道各地域における晩霜と初霜
(1956~1976の平均)

場 所	晩 霜	初 霜
道南・道央 函 館	4月28日±9日	10月13日±8日
江 差	17 ±22	27 ±18
森	23 ±13	22 ±14
寿 都	28 ±13	13 ±21
倶知安	5 19 ±13	5 ±8
札 幌	1 ±10	11 ±14
岩見沢	7 ±10	15 ±15
旭 川	15 ±10	10 ±14
苫小牧	4 26 ±14	14 ±16
留 萌	5 3 ±16	30 ±16
羽 幌	2 ±15	23 ±17
道東・道北 稚 内	4 29 ±22	24 ±15
雄 武	5 10 ±20	19 ±10
紋 別	3 ±17	21 ±9
網 走	6 ±14	19 ±9
根 室	14 ±13	19 ±11
釧 路	7 ±13	12 ±7
帯 広	15 ±12	6 ±8

注：「北海道の気象」¹⁴⁸⁾より計算。

は約2週間内外と大きい。また、平年の初霜日は10月上旬であり、各地域における年次間の標準偏差は10日内外に達する。この晩霜および初霜をトウモロコシ栽培期間の指標として考えれば、寒地におけるトウモロコシ栽培期間の特徴は、播種から刈取りまでの期間が短く、かつ不安定であることに集約される。これは図Ⅱ-1に明らかに示されている。一方、図Ⅱ-2に示されるように、比較的条件的良好な中央部において5月上旬に播種した場合でも、早生および中生品種群の黄熟期初期は9月下旬および9月末であり、晩生品種では達しない。限界地帯に言及すれば、早生品種群でも作期内に刈取適期に達しないところが多い。機械の共同利用などから播種および刈取期に幅をもたせなければならぬ現状にも拘わらず、その余裕は極く少ない。

従って、サイレーズ原料生産上における栽培的および品種的な要点は、この限られた期間をいかに作物生産に有効に利用し、かつ拡大するかにある。それには、栽培的には生育および登

熟の進度を向上させることであり、このための現実的な対処策としては、まず適品種の選択がある。その要件としては、早熟性の利用、発芽速度の向上、耐倒伏性の向上および多収性と品質の優良が考えられる。

早生品種の利用は現実的で具体的な対処策であり、これについては登熟特性からの知見も重要であるので次節で一括して論議する。

表Ⅱ-1および図Ⅱ-3に示されるように、不良な気象年次においては、発芽まで日数が長く、その品種間差異も大きい。このことは、発芽時期の不良な年次や場所における作付けを対象として、品種の低温発芽性の向上が作期の有効利用に寄与できること、またこれによって早期播種を促進して相応に作期の拡大も図られることを示している。この低温発芽性の向上を図るためには、選抜上有効な検定法の開発が必要である。

寒地における作期を有効に利用する上での阻害要因となるものは、他の地域に比し少ないと思われる。その中で、倒伏の発生はわが国全域におけると同様に発生が多く、その被害も著しい。すなわち、受光態勢の悪化と同化産物転流の低下、および生産物の機械による収穫損失の発生である。倒伏の対処策には、品種的には耐倒伏性の向上が必要であり、その基本的前提として有効な検定法の開発が必要である。

栽培的には、作期拡大のための早期播種、収量水準向上のための栽植密度および合理的施肥法がある。

生育の進展を促進する上で、早期播種は栽培的に最も効果的な技術と考えられる。寒地に栽培されているトウモロコシは感温性が高く、また生育の進度は温度の積算量に応じて進む。従って、寒地における早期播種は発芽をできるだけ早くすることによって生育期間の延長を図り、生育および登熟を促進することによって限られた作期の有効利用を図ることができる。しかし、これが実際の栽培技術となるには、早期播種に伴う晩霜害および種子発芽の安全性や収量性を明ら

かにし、その実用性を検討する必要がある。

作期の有効利用を左右する要因としての栽植密度は、いずれの作物においても基本的な要因であり、サイレージ用トウモロコシにおいても同様に考えられる。すでに須藤¹⁶⁷⁾が明らかにしているように、刈取期に黄熟期となる早生品種群の原料は高栄養価であるにも拘らず、その後の歴史的経過をみれば早生品種は反収が低いとされて、刈取期に乳熟から糊熟期に達する晩生品種群が栽培されてきた。しかし、早晩性品種群間には草丈や葉数などの形態上に大きな差があり、このため多収のための適正な栽植密度は品種群により異なっていること、そして早生品種群は小型で密植適応性が高いとみられるので、密植によってもその高栄養価を保持して多収となる可能性が想定される。これらのことから、早晩性品種群を考慮した栽植密度反応が検討されなければならない。

施肥方法が発芽に与える影響は現実的にはかなり大きい。表Ⅱ-2に示したように、鍬により施肥した場合に発芽に要する日数は施肥機によるよりも約3日長い。この違いの原因として、施肥機による施肥位置は正常であるが、鍬による場合は肥料と土壌が攪拌されるために種子に窒素肥料が接して濃度障害が引き起こされているからであろう。実際の農家圃場においては、多くの原因が関連しているが、第Ⅲ章第3節に示すように、基肥窒素量の多いことおよび施肥と種子位置が接触または接近していることに基本的な原因がある。これらの原因を除去する施肥法の改善は、作期の有効利用のために寒地における原料の安定生産上の見地から欠くことのできない主要な要因と考えられる。

著者らは、以上に述べてきた主要な問題点を現実的に促して解決を凶するという観点から、栽培技術および品種改良の手法等についての実際的な研究を多年に亘って行ってきた。これらについては、第Ⅲ、第Ⅳおよび第Ⅴ章で報告する。

4. 摘 要

寒地における生育過程の特徴を検討すると共に、ホールクロップ原料生産上の問題点を摘出した。

1. 寒地における生育過程の特徴は作期にほとんど余裕がないことであり、原料生産上の要点はこの限られた作期をいかに有効に利用し、かつ拡大するかにある。これに対する対処策の基本は、生育および登熟進度の向上にあると推察された。
2. 対処策として、品種的には早生品種の利用、品種の低温発芽性の向上、耐倒伏性の向上、および多収性と品質改善が重要であり、また栽培的には早期播種、栽植密度および施肥法の検討が必要であることを論じた。
3. 以上の問題解決のため多年に亘って研究してきたので、それらについては第Ⅲ、第Ⅳおよび第Ⅴ章で報告する。

第2節 登熟期の乾物・TDN蓄積および乾物率の推移からみた問題点

寒地の刈取期を決定する要因としては、作物および家畜栄養学的見地からみた刈取時期における熟度の適否および10月初めの初霜とその後土壌凍結に代表される気象条件がある。

現状における刈取期は、気象条件および作業条件からみて9月中旬～10月上旬であり、これは今後もあまり変わらないと思われる。そこで、これらの刈取期に質量共に最良の原料を得るには、量的には原料の乾物・TDN蓄積、また質的には原料の乾物率およびTDN含量の解明されることが必要である。なお、ここでDCPを検討しなかったのは、原料生産の主眼がエネルギーにあること、またおおまかには登熟期におけるDCP蓄積の推移がTDNと似たような動きをするためである^{4, 76, 138, 191)}。

寒地における乾物蓄積については、単一品種を用いた道央における報告があるが^{79, 171, 207)}、

いわゆる不安定地帯を抱える道東・道北部における成績はほとんど報告されていない。

本節の目的は、寒地で高栄養価原料を生産するための作期の有効利用と多収要因の解明を前提として、道東・道北部において多数品種を供試して登熟期間における早晩性品種群の乾物・TDN蓄積および原料の乾物率の推移を明らかにしようとするものである。

試験は2つに大別して行った。試験Ⅰは、十勝の中央部の芽室における早晩性品種群の経時的サイレーズ原料生産特性を詳細に解明することを目的とした。これに対し、試験Ⅱは中央部の芽室、山麓部の新得および沿海部の忠類の3場所における早晩性品種群の原料生産特性の相違を明らかにしようとした。

1. 試験方法

試験方法の概略は表Ⅱ-4の通りである。

(1) 耕種概要

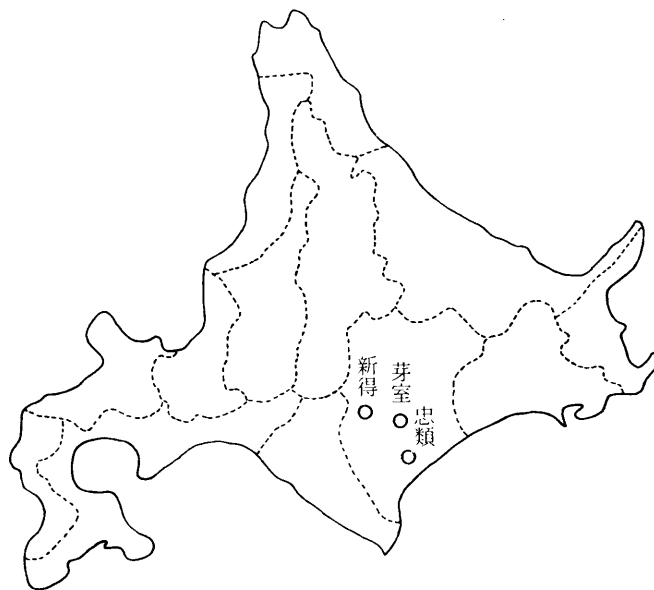
栽植密度は試験Ⅱの芽室の8,333株/10a以外は6,667株/10aとした。施肥量はN:P₂O₅

:K₂O:MgO=18~22:20~30:10~15:3~10とした。播種期は中央部の芽室で5月11~12日、山麓部の新得で5月18~24日、沿海部の忠類で5月20~23日である。また、試験Ⅱの刈取期は、いずれの場合も早刈で9月21~25日、中刈で9月28~30日、晩刈で10月1~10日に行った。

(2) 試験場所と試験年次の気象

試験場所と地帯区分の関係をみると、図Ⅱ-4に示すように、中央部の芽室(十勝農試)は十勝の中央部に位置し、道東・道北部における気象条件のほぼ安定した中央部を代表する条件を備えている。山麓部の新得は日高山脈に隣接して、気象条件の不安定な山麓地帯を代表している。沿海部の忠類は太平洋側の広尾海岸に近く、新得よりも気象的に不良で、沿海部の中心部に相当する場所である。これら山麓沿海部は、従来トウモロコシ栽培の不安定地帯ないしは不適当な地帯といわれてきたところである。

3場所の試験年次における気象条件を日平均の積算気温でみたのが表Ⅱ-5である。芽室および忠類は平年を若干上回り、また新得は若干下回ったが、ほぼ平年並である。



図Ⅱ-4 試験場所の位置

表 II - 4 試験方法の概略

試験	場所	年次	土 壤	試験方法		供 試 品 種		
				試験配置	反 復	早 生 群	中 生 群	晩 生 群
I	芽室町 (中央部)	1975	褐色火山性 砂 壤 土 排 水 良	分割区法	2	H. P. C	Ho. J	P 3. W 5
		1976		"	"	W. H. P	Ho. J	
		1977		"	"	W. H. P	Ho. J	P 3
II	芽室町 (中央部)	1975	褐色火山性 砂 壤 土 排 水 良	分割区法	3	H. P. C	Ho. J	P 3. W 5
		1976		"	"	W. H. P	Ho. J	P 3
		1977		"	"	W. H. P	Ho. J	P 3. W 5
	新得町 (山麓部)	1975	黒色火山性 壤 土 排水やや不良	分割区法	3	H. P	Ho. J	P 3. W 5
		1976		"	2	W. H. P	Ho. J	P 3
		1977		"	3	W. H	Ho. J	P 3. W 5
	忠類村 (沿海部)	1975	褐色火山性 砂 壤 土 排 水 良	分割区法	3	H. P	Ho. J	P 3. W 5
		1976		"	2	W. H. P	Ho. J	P 3
		1977		"	3	W. H	Ho. J	P 3. W 5

注：供試品種は次の通り；W=ワセホマレ，H=ヘイゲンワセ，P=P 131，C=C 535，Ho=ホクユウ，J=Jx 844，P 3=P 3715，W 5=W 573

表 II - 5 3場所の日平均気温（0.1℃以上）の積算温度

場所	積算期間	試験年次の積算温度				12ヶ年 (1966~1977) の積算温度 の平均	平年の 初霜日
		1975	1976	1977	平均		
芽室	5.11 ~ 9.25	2,548	2,347	2,409	2,435	2,386 ± 112	月 日 10. 3
	~ 9.30	2,618	2,409	2,480	2,502	2,451 ± 118	
	~ 10.5	2,681	2,477	2,538	2,565	2,513 ± 122	
新得	5.21 ~ 9.25	2,351	2,119	2,209	2,226	2,246 ± 92	10. 5
	~ 10.5	2,481	2,238	2,338	2,352	2,375 ± 103	
忠類	5.21 ~ 9.25	2,225	2,057	2,065	2,116	2,100 ± 101	9.30
	~ 10.5	2,365	2,184	2,201	2,250	2,229 ± 108	

(3) 供試品種

供試品種はいずれも実際に栽培されている一代雑種で、「ワセホマレ」、「ヘイゲンワセ」および「ホクユウ」は奨励品種、「C 535」、「P 3715」および「W 573」は準奨励品種である。「P 131」および「Jx 844」も実際に栽培されている品種である。

(4) 刈取、乾燥、TDNの推定

試験 I の刈取期は、栽培農家の実際の刈取期間と平年における初霜日の2点を考慮して、9月21日~10月5日に設定した。そして、9月24日以前、9月25~30日および10月1日以降の刈取りを、それぞれ早刈期、中刈期および晩刈期とした。刈取りは降雨前後の日をさけると共に、土中水分についても過湿および乾燥の日をさけた。刈取個体は、20個体中の生育中ような10個体とした。そして刈取直後、器官別に分離し生

体重を測定した。

雌種の乾物重(乾雌穂重)は、予乾後に子実と芯を分離し、子実は水分計により、また芯は風乾後に通風乾燥し、70~80°Cで約48時間乾燥させて測定し、これを含量した。その他の茎、葉、苞皮および穂柄などの栄養体は細切して芯と同一方法によってその乾物重(乾茎葉重)を測定した。

乾物率は、上により得られた生体重と乾物重から算定した。

TDNの推定は新得方式⁷⁵⁾によった。

熟度の判定は農業改良技術資料第79号¹⁴⁶⁾および草地試験場資料No.52-14¹⁴⁷⁾に準じた。

2. 試験結果

(1) 早晩性品種群の経時的サイレージ原料特性(試験I)

表II-6に示したように、早生品種群は8月3日に絹糸抽出期、8月下旬には乳熟期に達している。この時期の全体(ホールクロップ)の総重(乾総重)は10月6日に比較して約半分となった。ホールクロップの乾物率(DM%)は15~16%で、この時点までは雌穂の乾物率が茎葉の乾物率より低かった。9月上旬には糊熟期になり、乾物重は10月6日対比で $\frac{3}{4}$ に達し、雌穂の乾物率は茎葉の乾物率を上回った。9月13

表II-6 早晩性品種群の熟度、器官別乾物重、および同乾物率の時期的推移(試験I)

区 分	品種群	刈取日	熟 度	乾 物 重 (%)			乾 物 率 (%)		
				茎 葉	雌 穂	総 重	茎 葉	雌 穂	総 重
早 生 群	早	8. 3	抽 糸	—	—	30	—	—	13.1
		17	乳 初	40	6	48	15.6	11.7	15.0
		24	乳 中	41	12	53	15.9	15.2	15.8
	生 群	9. 1	糊	45	28	72	16.6	28.6	19.8
		13	黄 初	41	46	88	16.9	43.8	25.5
		21	黄 中	38	51	89	17.0	45.6	26.7
		28	黄後・成	38	58	96	23.3	52.8	34.8
10. 6	成・過	37	63	100	23.2	54.3	36.6		
中 生 群	中	8.11	抽 糸	—	—	27	—	—	15.6
		24	未 乳	44	3	46	15.2	8.6	14.6
		31	乳 初	53	12	65	17.6	16.8	17.4
	生 群	9.12	糊	47	34	82	18.2	31.5	21.4
		21	"	52	33	85	18.2	34.7	22.1
		28	黄 初	50	36	87	19.2	40.9	25.7
		10. 6	黄 中	51	49	100	20.5	43.8	27.6
晩 生 群	晩	8.17	抽 糸	—	—	25	—	—	14.7
		24	未 乳	43	1	43	13.4	8.0	13.3
		9. 1	乳 初	50	8	59	17.5	14.0	17.3
	生 群	12	乳 中	53	18	78	17.7	23.2	19.6
		19	乳 後	59	23	82	17.9	33.2	19.1
		28	糊	50	34	90	18.1	36.6	23.0
		10. 7	"	55	45	100	17.2	37.1	22.6

注：茎葉=茎、葉、苞皮、雌穂柄の合計。

雌穂=子実、雌穂芯の合計。

日には黄熟期に入っており、乾総重は10月6日対比で88%、総重の乾物率は25.5%、総重に占める乾雌穂、つまり雌穂重割合は約50%であった。9月下旬～10月上旬には概ね成熟期～過熟期となり、乾物重の変化はあまりなく、雌穂重割合は60%内外、総重の乾物率は35%を超えた。

中生品種群は8月11日に絹糸が抽出して、8月31日では乳熟初期、総重の乾物率は17.4%であった。9月12日および同21日には糊熟期となり、10月6日対比の総重は80%を超え、雌穂重割合が約30%、総重の乾物率は25%を超えた。

晩生品種群は8月17日に絹糸が抽出し、9月上・中旬でも乳熟期どまり、総重の乾物率は20%に満たなかった。9月28日～10月6日には糊

熟期に達し、その時の雌穂重割合は34～45%となったが、総重の乾物率は25%に達しなかった。

(2) 地帯別の生産特性(試験Ⅱ)

表Ⅱ-7に3場所における結果を示した。

中央部の芽室における結果：早生品種群の乾総重とTDN収量は中刈期で最高となり、晩刈期でやや低い値となったが、刈取期の間の差は極めて小さかった。乾物率は、早、中および晩刈期で、それぞれ28、32、および37%となった。乾物中TDNはいずれも70%以上となった。

中生品種群の収量は、早刈期から晩刈期にかけて増加したが、その差は少なく5%前後であった。乾物率は早刈期では25%に達しなかった

表Ⅱ-7 3場所の早晩性品種の原料収量と高栄養性(試験Ⅱ)

場 所	品種群	刈取期	熟 度	乾 総 重	比	T D N	比	乾 物 率	乾 物 中 T D N
				kg/10 ^a	%	kg/10 ^a	%	%	%
芽 室	早	I	黄 後	985	96	720	94	28	73
		II	成	1,096	107	779	102	32	74
		III	過	1,029	100	765	100	37	75
	中	I	黄 初	1,247	96	867	93	24	70
		II	黄 中	1,273	98	900	97	25	71
		III	黄 後	1,297	100	929	100	28	72
晩	I	乳 後	1,033	88	792	85	19	66	
	II	黄 初	1,136	97	885	95	21	67	
	III	〃	1,168	100	931	100	22	69	
新 得	早	I	黄 中	962	92	672	87	21	70
		III	黄 後	1,042	100	770	100	29	74
	中	I	糊 中	1,002	94	667	92	18	67
		III	黄 初	1,061	100	723	100	22	68
	晩	I	乳 中	1,138	89	727	86	17	64
		III	糊	1,276	100	846	100	21	66
忠 類	早	I	黄 初	887	89	622	87	19	70
		III	黄 中	996	100	715	100	24	72
	中	I	乳 中	908	84	578	79	16	64
		III	黄 初	1,080	100	733	100	20	68
	晩	I	未 乳	916	78	562	74	14	62
		III	乳	1,172	100	757	100	18	64

注：刈取期I、IIおよびIIIは、それぞれ9月24日以前、9月25～30および10月1日以降を示す。

が、中刈期および晩刈期ではそれぞれ27%および33%となった。

晩生品種群では、乾総重およびTDN収量ともに刈取期が進むに伴い増加し、早刈期と晩刈期の差は3品種群の中で最も大きかった。乾物率は19~23%、また乾物中TDNは70%に達しなかった。

いずれの品種群においても、刈取期が登熟途中にある場合、刈取期間の収量差は乾総重よりもTDNにおいて大きい傾向にあった。

山麓沿海部の新得および忠類における結果：いずれの品種群も刈取期を遅らせることによって増収し、その程度は中央部の芽室よりも小さかった。

早生品種群は早刈期に黄熟初中期に達し、乾物中TDNは70%で、乾物率は20%前後となり、熟度の進みの割には低い値となった。晩刈期には黄熟中後期となり、乾物率は両場でそれぞれ29%および24%となった。

3. 考 察

寒地においては地域による環境条件の差が大きいため、1場所のみにおける結果は普偏性に乏しい。そこで、試験Ⅰでは生産特性の解明を、また試験Ⅱでは地域的差異の解明に重点をおいた。なお、試験Ⅱにおける栽植密度は、芽室で8,333株/10a、新得および忠類では6,667株/10aとしたが、この違いはそれぞれの地域における適正な栽植密度が異なっていること¹⁹⁾によるものである。

トウモロコシのホールクロップ・サイレージ原料の品質の指標としての適正な乾物率は、いくつかの報告^{4, 7, 36, 41, 45~48, 50, 56, 57, 68, 71, 139, 146, 150, 157, 164, 169, 170, 203)}を基礎として25~35%とした。これらの報告には、原料の乾物率が適当なレベルより低い場合には乾物率の低下に伴い飼料効率の低下、排汁による乾物や栄養の損失、サイロの損傷およびそれに係る問題が大きくなること、また乾物率が高すぎても飼料効果が低下し、

発酵品質の劣質化を招き、かつ二次発酵を誘発する等の不利な点の増大することが示されており、乾物率の適正な範囲を決めるに当たってはこれらを重視した。

以下、各品種群のサイレージ原料生産と地域性について述べる。

早晩性品種群の乾物重および乾物率の経時的推移：早生および極晩生品種群における乾物の経時的推移については、すでに著者を含む阿部ら^{3, 5)}による報告および早生品種の結果⁷⁶⁾がある。ここでは多数の品種を用い、また年次を重ねることによって、作期ごとの適正な品種配置の輪郭を得ようとするものである。これに関連して、表Ⅱ-6からは図Ⅱ-5を、また表Ⅱ-

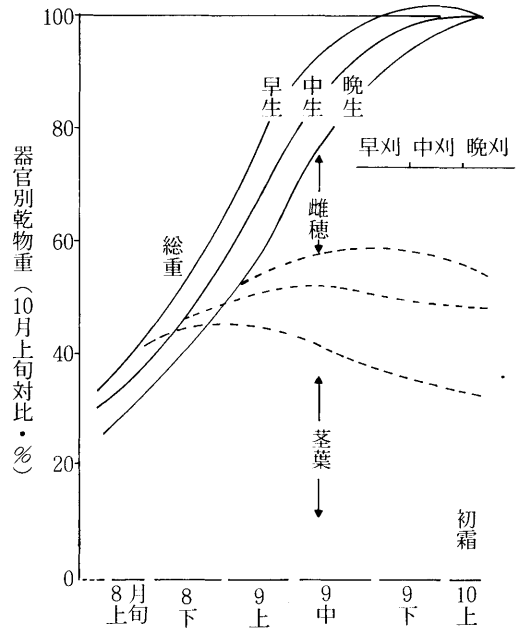


図-5 品種群別乾物重の経時的推移 (模式図)

6および表Ⅱ-7からは図Ⅱ-6を作図した。

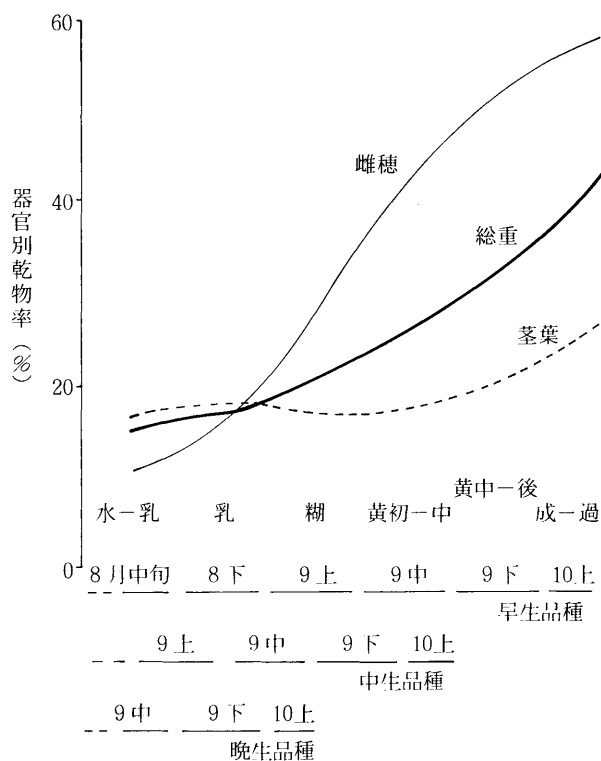
図Ⅱ-5は、経時的乾物重の推移を品種群を対置して示したものである。これによれば、各品種群は共に乾雌穂重の増加が乾総重の増大に大きく寄与している。従って、乾雌穂重の増加が早くからはじまる早生品種群では、乾総重の増加は早くからはじまり、早刈期に相当する9

月中～下旬には黄熟後期ないし成熟期になって乾総重は概ね最大となる。この時期には乾雌穂重の増加はほとんど停止し、乾雌穂重割合は大体60%である。10月上旬には茎葉重の減少によって乾総重は若干低下するが、その低下程度は小さい。このことからすると、従来、乾物中TDN含量や可消化栄養などの面から、トウモロコシの刈取適期幅は長いとされていたが²¹⁾、早生品種群では収量の面からもこのことが妥当であると認められる。中生および晩生品種群では、乾雌穂重の増加が遅く始まり、晩刈期の10月に入って低温や降霜等によって乾雌穂重の増加は相応に抑えられるものの、依然として増加傾向にあるので、刈取期が早いほど乾総重は少なくなる。従って、寒地における中生および晩生品種群では刈取幅は長いとはいえず、特に晩生品種群では、適正な刈取期という点からみればその幅はほとんど認められない。

次に乾物率についてみると、図Ⅱ-6の通りである。茎葉の乾物率は乳熟期から糊熟期にかけて僅かに上昇し、その後、糊熟期から黄熟期にかけて減少し、以後ほぼ直線的に緩かに増加する。

雌穂の乾物率は、糊熟～黄熟期に急激に増加し、その後やや緩慢な増加となって成熟期となる。両器官の乾物率増加で特徴的なのは、乳熟期頃までは雌穂の乾物率が茎葉のそれより低いことであるが、これはその時点までは雌穂への澱粉蓄積が余り行われず、単・少糖類の蓄積が先行するからであろう。

総重の乾物率を熟度と関連させてみると、乳熟期までは20%以下、以後は雌穂の乾物率の上昇によって糊熟期に入って20%を僅かに超え、黄熟期に入り25%となり、黄熟後期には35%となってほぼ適正乾物率に至る。成熟期から過熟期にかけては、乾物率は35～40%前後となり、



図Ⅱ-6 器官別乾物率の経時的推移（模式図）

原料としては水分が不足である。すなわち、原料として適正な乾物率の範囲、25～35%に達するには可視的に判定される黄熟期に達することが必要であると認められた。

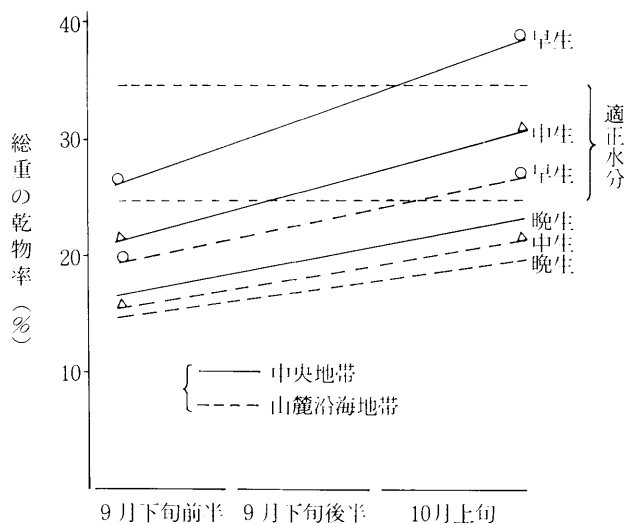
早生、中生および晩生の3品種群の抽糸時期の差は、共に1週間ほどであるが、熟度および乾物率の経時的推移は図Ⅱ-6のように抽糸時期の差の2倍に相当するほぼ2週間づつずらすとよくあてはまる。これは、総重の乾物率が積算気温と緊密な関係にあり、抽糸時期の日平均気温が刈取期におけるよりも約2倍高いことによるものである。このようにしてみると、早生品種群は早刈期から晩刈期にかけては長期に亘って乾物率25%以上の黄熟期に達して、良好な原料が得られる。しかし、晩生品種では晩刈期の10月に入っても乾物率20%内外の原料しか得られないことになる。これらのことは、同一地域内および個別経営においては個々の刈取期に合わせた品種群を選定することの必要性を示している。中央部の場合には早生品種群から中生品種群の範囲に入る熟期の複数品種が適当であろう。以後、このような意味で早晩性品種を組合せることを「配合」、配合して栽培することを「配合栽培」、また配合する品種または品種群

を「配合品種」または「配合品種群」と呼称する。

地帯別の生産特性：十勝の中央部における刈取期別の収量差は乾総重でみると前述の通りであるが、TDNでみると早生品種群では刈取期別の比は早-中-晩刈期で94-102-100%とほとんど差がない。これに対し、中生および晩生品種では登熟途中にある刈取時期別の差は乾物重で示されるよりも、TDNでの差が大きい。これは、刈取期によって乾雌穂重の占める割合に大きな違いがあるからである。

山麓沿海部においては、乾雌穂重の増加が遅れるので、それだけ乾総重の増加が遅れ、またTDNでみた刈取期別の収量差も大きい。早刈期と晩刈期のTDN収量の差は晩生品種群では概ね25%、早生品種群では15%内外である。従って、山麓沿海部においては早生品種といえども、刈取期には幅のないことが認められる。換言すれば、適正な品種の配合栽培のためには、現在の早生品種よりもさらに早熟な品種群が必要であることを示している。

図Ⅱ-7には平年を想定した地帯別の品種群の総重の乾物率を模式的に示した。



図Ⅱ-7 品種群別乾物率の地帯別経時的推移 (模式図)

4. 適 要

寒地である十勝における早，中および晩生品種群の原料生産を中央部の芽室，山麓部の新得および沿海部の忠類において検討した。

1. 熟期別の総重つまりホールクロップの乾物率は，乳熟期までは20%以下であるが，以後は主に雌穂の乾物率の上昇により糊熟期には20%を超え，黄熟初期から後期にかけては25～35%となってサイレージ原料の適正乾物率に至る。成熟期から過熟期にかけての乾物率は35～40%内外となり，原料としては水分不足となる。すなわち，原料として適正な乾物率の範囲25～35%に達するには，可視的判定の黄熟期に達する必要が認められた。

2. 各品種群の乾物およびTDN収量の経時的増加は，多くは乾雌穂の増加に寄与されていた。早熟性品種群では，早くから乾雌穂重およびTDNの増加がはじまり，刈取時には黄熟期に達して，高栄養価原料の多収が得られた。

3. 中央部において，各品種群の乾物率と乾物重およびTDN収量の経時的推移から判断すると，早生品種群の刈取適期幅は約1週間であった。しかし，中生品種群のそれは短く，また晩生品種群では適期といえる時期には至らず，これらは共に登熟の進まないことに起因していた。

4. 山麓沿海部において，適正乾物率に達するのは早生品種群でも早刈—中刈期では無理で，中刈—晩刈期にかけてである。中生および晩生品種群では，晩刈期においても乾物率15～20%の不良な原料しか得られなかった。

5. 以上から，寒地において高栄養価原料の多収を得るためには，中央部においては早生および中生品種群の配合が適当であると考えられるが，将来はより適正な栽培のために両品種群の中間熟期の品種群も必要と推察された。山麓沿海部の現状では早生品種群以外の作付けは難しいが，将来はより早熟な極早生品種群が必要である。