

高冷地で栽培したスイートコーン茎葉部の収量、 飼料成分およびサイレージ発酵品質

久馬 忠*・中村友紀*・中嶋猛親**

*信州大学農学部附属高冷地農業実験実習施設

**信州大学農学部附属野辺山農場

Yield, Feed Composition and Silage Quality of Sweet Corn Stovers planting
on High and Coolzone Field.

Tadashi KYUMA, Yuki NAKAMURA and Takechika NAKAZIMA

緒 言

大家畜経営の基盤強化や資源循環型農業を展開するうえで自給粗飼料の生産は益々重要性を増しているが、稲ワラ、麦ワラ、マメ稗など様々な農産副産物の粗飼料資源としての利用は、作付け体系や収穫作業体系などの変化に伴って次第に減少し、代って輸入粗飼料に依存する傾向が益々強まっているのが現状である。飼料用トウモロコシは牧草類と共に我が国の主要な自給飼料として生産されているが、生産費の割高感もあり、近年に至って作付け面積が減少傾向にある。一方、スイートコーンは、冷涼地を中心に全国で約3万ヘクタールほど栽培され¹⁾、生食用、缶詰用、冷凍用として広く利用されているが、約30万トンに達すると見積られる茎葉部はほとんど圃場で廃棄されているのが現状である。これまでに、スイートコーン茎葉部を飼料利用の面から研究した例は、浅井ら²⁾、岩崎ら³⁾の報告があるが、乾物収量やサイレージ利用についての報告は見られない。そこで本報告では、スイートコーン茎葉部を粗飼料源として利用するのに必要な知見を得るため、冷涼地で栽培したスイートコーン茎葉部の収量、飼料成分、サイレージ発酵品質を飼料用トウモロコシと対比して検討することを目的に実施した。

材料及び方法

信州大学農学部附属野辺山農場（標高1351m）の圃場を用いて、1999年の5月中旬にスイートコーン（品種；ハニーバントム系）と飼料用トウモロコシ（DK474）を播種した。栽培圃場には元肥として堆肥約1t/10aと草地化成40kg/10aを施肥し、黒色ポリマルチシートを施用した。圃場面積はスイートコーン20m×5m、飼料用トウモロコシ20m×10mとし、いずれも畝幅80cm、株間25cmで点播し、約1月後に間引き、または補植により1本立ちとして5000本/10aの植栽密度を目途とした。また、生育期の管理として7月末まで3回株間の除草を行った。

生育期及び刈取り時の調査として7月24日、8月7日、27日、9月14日に各品種10本を刈取り、それぞれ葉数、草丈、重量及びブリックス糖度を調査した。なお、8月27日には雌穂除去後の飼料成分の変化を明らかにするため、スイートコーンは収穫適期の雌穂部を、また飼料用トウモロコシは未成熟の雌穂部をそれぞれ除去して、さらに約3週間栽培し、9月14日に茎葉部を刈取った。

8月27日及び9月14日に刈り取った茎葉部は、いずれも子実部を含まない状態でブローカッターを用いて約2 cmに細切し、それぞれ3個の密閉型20リットルコンテナに詰込み、約2ヶ月貯蔵してサイレージを調製した。

飼料成分の分析用試料は、それぞれの時期に刈取った茎葉部を細切して、55℃24時間通風乾燥して風乾物とし、1 mmの篩付きワイヤー型粉砕器で粉砕して調製した。

飼料成分の分析は水分、粗灰分、粗蛋白質、酸性デタージェント繊維（ADF）および中性デタージェント繊維（NDF）について、それぞれ定法⁴⁾に準じて行い、また、ADFを72%硫酸処理してリグニン及び粗珪酸含量を測定した。茎葉部の栄養価を知るために、ヤギルーメンイノキュラムを用いた人工消化試験法⁵⁾により、24時間培養による乾物消化率（IVDMD）を測定した。さらに、調製したサイレージの発酵品質を調べるため、サイレージ原物70gに水130gを加えて抽出液を調製し、pHを測定し、抽出液の乳酸及び揮発性脂肪酸組成はクロトン酸を内部標準としてガスクロマトグラフにより測定し、水蒸気蒸留法で揮発性塩基態窒素（VBN）を測定して全窒素との比（VBN/TN）を求め、サイレージ発酵品質評価法⁶⁾に従って評価した。

ブリックス糖度は第4節の茎部と葉部を分離してミキサーで粉砕し、それぞれのジュースを分離して3000rpm、10分遠心分離処理して得た上清液についてブリックス糖度計を用いて測定した。

得られた計量データは二元配置分散分析法（要因：品種・時期）を用いて統計解析した。

結果及び考察

1. スイートコーン茎葉部の乾物収量

スイートコーンと飼料用トウモロコシの刈取り時期別の草丈と生重量を図1に示した。草丈は7月24日まではスイートコーンが高かったが、それ以降は飼料用トウモロコシが高くなり、その差は約1 mに達した。一方、一本当たりまたは一株当たりの生重量は草丈の低いスイートコーンが常に大きい傾向を示した。これは、スイートコーンの草丈は短かったものの稈が太く、また生育途中から分げつ茎が1～2本発生したため、一株重量が重くなったことによる。スイートコーン茎葉の草丈や分げつについては、品種間差が大きいことが知られ、草丈は1.3～2.3m、分げつ数は0.2～2.1本とされている⁷⁾。本試験ではこれらの品種のなかでは草丈も分げつも大きい方にあり、また冷涼地にもかかわらずマルチ施用により生育自体も良好であったためと考えられる。また、スイートコーンは飼料用トウモロコシに比べて生育が早く進行し、スイートコーンの絹糸抽出期が8月2日頃であったのに対し、飼料用トウモロコシは8月10日頃となった。今回用いた飼料用トウモロコシは冷涼地に適した相対熟度（RM）100の早生種であったが、8月27日の雌穂収穫または雌穂除去時は、スイートコーンの収穫適期であったのに対し、飼料用トウモロコシではまだ乳熟初期の段階であり、雌穂一本当たりの生重量はスイートコーンの0.53kgに対して、飼料用トウモロコシでは0.22kgであった。

表1には、両品種の8月27日と9月14日の茎葉部の乾物率および10a当たりに換算した乾物収量を示した。スイートコーン茎葉の乾物率は、飼料用トウモロコシに比べて常に低く推移したため、乾物重量で比較した収量差は生重量よりも小さくなったが、それでもスイートコーン乾物収量は8月27日（雌穂含む）1.6t/10a、9月14日で1.4t/10aで飼料用トウモロコシの乾物収量よりも多いか同等であった。これは、今回用いたスイートコーンの草丈や分げつが大きかったために、飼料用に匹敵する乾物重量になったと考えられる。スイートコーンの品種比較によると、草丈、雌穂重量、分げつ、早晩性などの生育型は品種間で大きな変異があり⁸⁾、早生種では短稈で分げつも少なく、茎葉部の乾

物収量は本試験で得られた成績よりも少なくなる可能性もあり、品種特性を踏まえた栽培が必要であると考えられる。

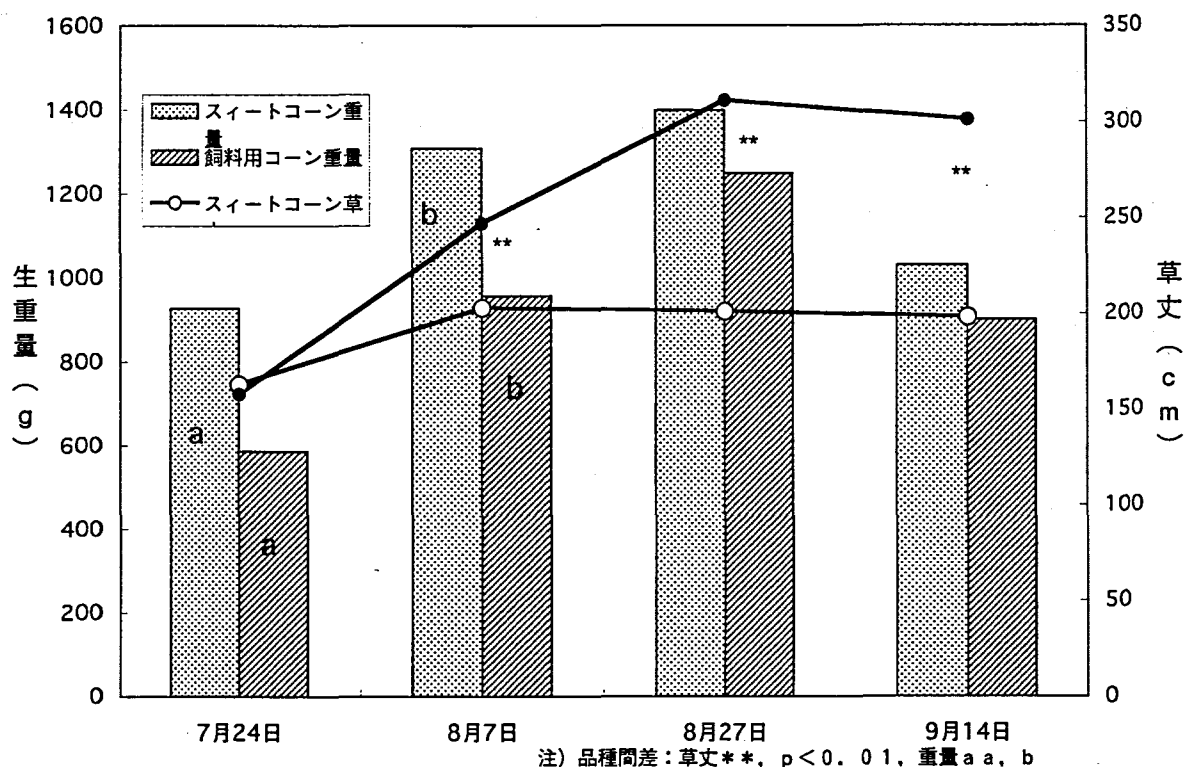


図1 スイートコーン茎葉部と飼料用コーン茎葉部の生重量と草丈の推移

表1 スイートコーン茎葉部と飼料用コーン茎葉部の水分含量と乾物重量

収穫月日	スイートコーン		飼料用コーン	
	水分含量, %	乾物量, g	水分含量, %	乾物量, g
8月27日	76.4±1.8	328±47	75.8±2.1	302±34
9月14日	71.8±2.2a	287±38	66.9±2.4a	297±22

注1) 1本当たり平均値±標準偏差を示し、スイートコーンは分けつ茎葉分も含む。

注2) 有意差: 時期間 * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, 品種間, aa $p < 0.05$

飼料用トウモロコシの乾物収量は、一般には子実部を含むホールクロップとして1.8t/10a前後であることから、9月14日収穫の本試験の収量は、播種密度5000本として茎葉部の1.4tと子実部0.9tの計2.3t/10aとかなり高い収量となった。飼料用トウモロコシのこの高い乾物収量は、ポリマルチフィルムを施用したことによると考えられる。いずれにしても、高冷地でポリマルチフィルムを施用して栽培したスイートコーンの茎葉部は、飼料用トウモロコシ茎葉部とほぼ同等の乾物収量が得られることが明らかになった。

2. スイートコーン茎葉部の飼料成分と消化性

粗飼料類をサイレージとして利用する場合、原料草の単少糖類の含量は、サイレージ発酵を担う乳酸菌の栄養源となり、乳酸を生成して品質保持に重要な役割を果たすことが知られている⁹⁾。また、糖類は一般に家畜の嗜好性を高める効果もある。

図2には、スイートコーンと飼料用トウモロコシの生育に伴う茎部と葉部のブリックス糖度の推移を示した。いずれも最初は茎部よりも葉部が高く、生育が進むに従って茎部の糖度が上昇し、8月27日には逆転、その後も上昇した。スイートコーンは飼料用トウモロコシよりも茎部、葉部ともやや高い濃度で推移したが、9月14日には飼料用トウモロコシが高くなり、茎部では飼料用トウモロコシで14.3%、スイートコーンで13.4%であった。今回の飼料用トウモロコシはスイートコーンと同一栽培条件で比較するため、8月27日に雌穂を除去したため、その後の糖の転流場所が茎部に集中して糖度の上昇が継続したものと考えられる。9月14日の糖度は飼料用トウモロコシでより高くなったが、水分含量はスイートコーンでより高かったため、乾物中の糖濃度はスイートコーンで高かったものと推察される。一般に飼料用トウモロコシは牧草類よりも糖濃度も高く、比較的容易にサイレージ発酵が進む材料とされ、本試験の両品種ともサイレージ発酵に必要な糖濃度を大きく上回っており、それらはまたサイレージの嗜好性を高めるものと思われる。

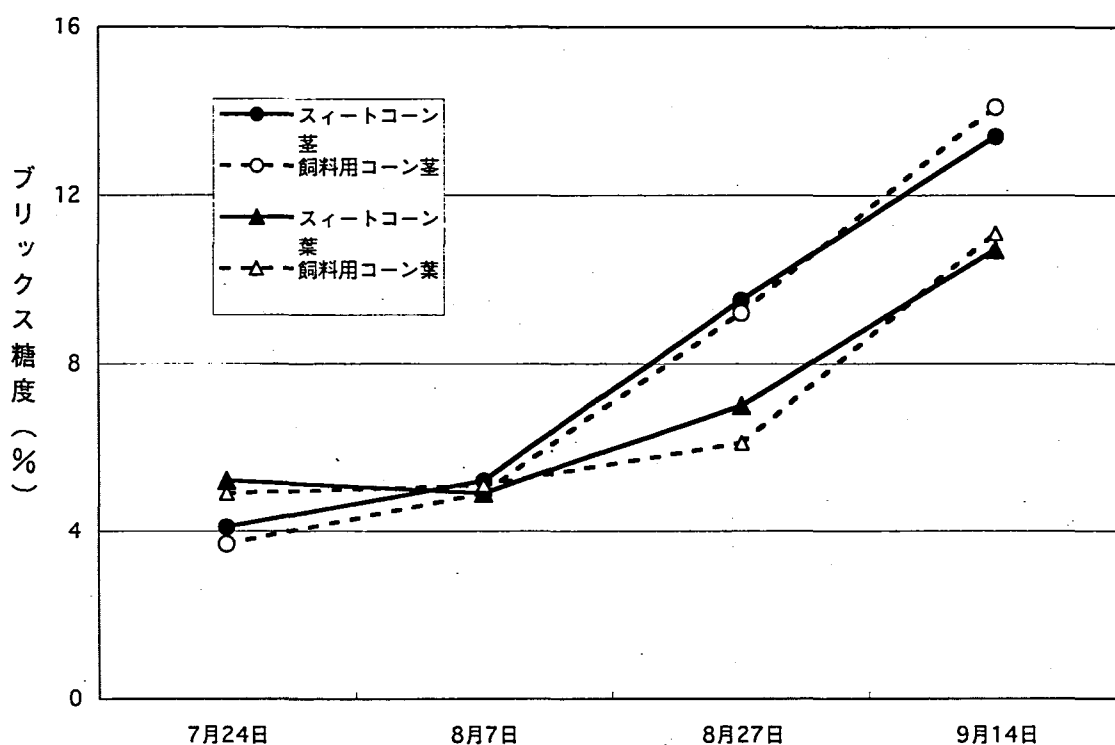


図2 茎部および葉部のブリックス糖度の推移

表2 スイートコーン茎葉と飼料用コーン茎葉の飼料成分と乾物消化率

成分・消化率	8月 27日		9月 14日	
	スイートコーン	飼料用コーン	スイートコーン	飼料用コーン
NDF	61.1a	62.4	54.8a *	59.1
ADF	34.5	44.6A **	32.2 **	37.9A
リグニン	4.55	7.08 **	4.92 **	7.05
粗灰分	6.33	6.18	5.78	5.95
粗珪酸	0.85	1.67 **	1.15 *	1.54
粗蛋白質	12.1a	9.39 *	10.4a	9.5
単少糖類	16.6B	14.8A	22.4B	19.8A
乾物消化率	60	56 *	62 **	54

注1) 有意差; 品種間, *, p<0.05, **, p<0.01, 時期間, aa, p<0.05, BB, AA, p<0.01

注2) いずれの数値も乾物ベースで示す。

表2には茎葉部の飼料成分を品種間および8月27日と9月14日の時期間で比較して示した。水分含量はスイートコーンが有意に低く、両品種とも時期が進むと有意に低下した。また、粗蛋白質、粗灰分も有意ではないが同様の变化を示した。ADFとNDFは時期が進むと有意に低下し、NDFは飼料用トウモロコシで9月14日に有意に高く、ADFもやや高かった。不消化成分であり、繊維の消化を妨害する粗珪酸とリグニンは両品種とも時期が進むと増加する傾向があり、いずれの成分も飼料用トウモロコシで有意に高かった。これら飼料成分の変化は、生育に伴う変化を示したと考えられ、この間の急激な茎葉部への単少糖類の蓄積が反映したものと考えられる。

インビトロにおける乾物消化率 (IVDMD) は、いずれの時期ともスイートコーン茎葉部が60~62%であり、飼料用トウモロコシの56~54%よりも高く、また時期別に両品種とも9月14日刈取りが高かった。反芻家畜による飼料用トウモロコシの乾物消化率は70%程度に達し、この高い消化率は重量で約45%に達する子実部の高い消化性によることが知られている。今回の試験は両品種とも生育途中で子実を除去したので、繊維含量が高いものであったが、生育の進むに伴ってブリックス糖度が上昇したため、茎葉部としては高い消化性を示したと考えられる。9月14日刈取りの飼料用トウモロコシはブリックス濃度が高かったものの、スイートコーンよりも水分含量は低く、繊維含量は高く、また粗珪酸やリグニンなどの不消化成分も高かったため、消化性はやや劣ったものと考えられる。しかし、これらの消化性は平均的な牧草に匹敵する程度の消化性を示すことから、反芻家畜の粗飼料として十分な飼料価値を備えていると考えられる。

3. スイートコーン茎葉部のサイレーズ発酵品質

表3 スイートコーン茎葉と飼料用コーン茎葉のサイレーズ発酵品質

評価項目	8月 27日		9月 14日	
	スイートコーン	飼料用コーン	スイートコーン	飼料用コーン
pH	3.64	3.77	3.78	3.84
乳酸濃度%	1.78a	1.65b	1.34a	1.26b
酢酸濃度%	0.04	0.05	0.06	0.09
VCN/TN%	4.7a1	4.4b	7.4a *	9.4b
Vスコア	100	100	95	91

注1)有機酸濃度は原物中濃度

注2)有意差:品種間差, *, p<0.05, 時期間, aa, bb, p<0.05

表3には、品種別、時期別に調製した茎葉部サイレーズの発酵品質を示した。

サイレーズのpHは、両品種とも8月27日に調製したものが3.7前後を示し、また9月14日調製で約3.9にやや上昇した。乳酸濃度は両品種とも8月27日が高く、またVCN/TNの比はやや低かった。その結果、これらの成分値から算出されるサイレーズ発酵品質は、両品種とも8月27日調製が100点、9月14日調製が91点以上を示し、9月14日でやや品質が低下するもののいずれも良好な発酵と判定されるものであった。両品種とも9月14日調製でやや品質が低下した原因は、原料草の単少糖は十分含まれていたものの水分含量がやや低かったためと考えられる。本実験では飼料用トウモロコシも子実部を除去してサイレーズを調製したが、その成分組成はスイートコーン茎葉部に近似したものであり、発酵品質もほぼ同程度の高い発酵品質のサイレーズが調製されることが示された。

摘 要

スイートコーン雌穂を収穫した後の茎葉部残渣を粗飼料資源としてサイレージ利用するための基礎的知見を得るため、冷涼な気象条件下で栽培したスイートコーンと飼料用トウモロコシの茎葉部について、乾物収量、ブリックス糖度、飼料成分、サイレージ発酵品質を雌穂収穫後の変化を含めて比較検討した。得られた成績は、以下のとおり要約される。

1. スイートコーンは飼料用トウモロコシに比べて短幹であったが、分げつの発生があり、茎葉部の乾物収量は雌穂収穫直後、および収穫18日後のいずれにおいても雌穂除去した飼料用トウモロコシの乾物収量と同等かやや多かった。
2. 茎葉部のブリックス糖度は両品種とも生育の進むに伴って上昇し、雌穂収穫後または雌穂除去後により高まり、特に茎部の糖度は両品種とも14%前後まで上昇した。
3. 生育の進むに伴って両品種とも、水分、繊維成分、粗蛋白質、粗灰分含量が低下した。スイートコーンは常に水分含量が高く、繊維含量は低く、飼料用トウモロコシでは不消化性の粗珪酸やリグニン濃度がより高かった。
4. スイートコーン茎葉の乾物消化率 (IVDMD) は55~60%にあり、収穫直後よりも収穫18日後により高い消化性を示した。
5. 両品種の茎葉部サイレージの発酵品質は、雌穂収穫直後においてpH、VBN/TNの低い良質のサイレージが調製され、また収穫18日後のサイレージにおいてもややVBN/TNが高くなったが、いずれも良質のサイレージであった。

参考文献

- 1) 農林水産省統計情報部編, 平成12年度版・ポケット農林水産統計, 243-244, 2000
- 2) 浅井貴之・井上直人・木下博司, 栽植密度と雌穂収穫後日数にともなうスイートコーン茎葉部の飼料成分および栄養価の変動, 長野畜試研報, 24, 10-16, 1996
- 3) 岩崎かおる・名久井忠・岡崎絃一郎・天野憲典, スイートコーン茎葉の飼料価値, 北農, 48(10), 1-8, 1981
- 4) 森本宏監修, 動物栄養試験法, 養賢堂, 280-352, 1971
- 5) 阿部亮, 畜産試験場研究資料, 2, 40-41, 1988
- 6) 自給飼料品質評価研究会編, 粗飼料の品質評価ガイドブック, 日本草地協会, 79-94, 1995
- 7) 藤野雅文, スイートコーン実用品種の分類と生態的特性, 中国農試報, A27, 49-58, 1980
- 8) 戸沢英男, 野菜園芸大辞典5, 生食用トウモロコシ, 農文協, 395-428, 2000
- 9) 大山嘉信・柁木茂彦, サイレージ発酵に影響する諸要因に関する研究, 可溶性炭水化物および蛋白質の含量がサイレージの品質に及ぼす影響, 日畜会報, 39, 61-67, 1968