

草類の可溶性炭水化物の生理化学的研究第1報

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者	菅原, 和夫 伊沢, 健 林, 兼六
巻/号	18巻3号
掲載ページ	p. 202-208
発行年月	1972年10月

草類の可溶性炭水化物の生理化学的研究

第1報 刈取り再生過程におけるオーチャードグラス刈株の フラクトサン含有率及び重合度の変動について

菅原和夫・伊沢 健・林 兼六

東北大学農学郎附属草地研究施設(宮城県玉造郡鳴子町)

1. 緒 言

オーチャードグラス、ペレニアルライグラス、チモシー等、寒地型イネ科牧草の貯蔵炭水化物であるフラクトサンは、植物の生育段階^{1,2,3)}や気温^{4,5,6,7,8)}、栄養^{9,10,11)}、水分⁸⁾等生育環境により含有量の変化する事は広く知られている。SMITH¹²⁾はチモシーで、小島ら¹³⁾はオーチャードグラスで、気温の低下により高重合度のフラクトサンが蓄積する事を報告している。著者らはこのようなフラクトサンの含有量、重合度及び気温の関係をさらに詳しく知るために、第1段階として、秋期のフラクトサン含有量、重合度とも高まりつつある時点で地上部を刈取り、人為的に体内貯蔵炭水化物を減少させ、その再生(回復)期間中のフラクトサンの含有量と重合度との間に如何なる関係があるかを調べ、あわせて高分子化・低分子化時の各重合度のフラクトサンの存在割合の変化から、フラクトサンの体内利用および集積過程を推察した。

2. 実験材料および方法

材料は東北大学附属川渡農場の圃場で慣行法により栽培管理した2年生オーチャードグラスを用いた。1969年10月4日(以下10/4と略記する)に地上10cmの高さで刈取り、その後10/6, 10/9, 10/13, 10/23, 11/19, 12/23に刈株を掘り起し、根を流水で良く洗い、葉身、葉鞘、根部に分け、葉鞘、根部のみ試料として採取した。各々新鮮重約20gを105°Cで30分加熱し、酵素活性を止め、その後1夜70°Cで乾燥し、粉砕機とボールミルで粉末試料とした。牧草の刈株では、完全伸長葉基部および葉鞘のみが残された部位はほとんど伸長せず、再生は中心部から出てくる若い葉位の葉身により行われる。前者の古い部位は、しだいに枯死するが、秋期には気温が低いことなどから損耗が少なく、相当長期間生存するものが多い。刈取り後、中心部から出葉する若い葉身が同化能力を獲得するまでは、古い葉鞘および根部が

個体維持のエネルギー供給源となると考えられる。従って試料は非再生葉の葉鞘(古葉鞘)と再生葉葉鞘(新葉鞘)に分けて採取した。

少糖類及びフラクトサンの抽出、分画は、アルコール溶性区分法³⁾で行い、95, 85, 65, 50, 30% *ethanol* と水を用い、アルコール濃度を下げることにより、低重合度のものから高重合度のものまで段階的に抽出した。すなわち乾燥粉末試料200mgを各アルコール濃度の溶媒30mlで20°C, 1hr振盪抽出し、遠心分離後、残渣をさらに溶媒20mlで2回同様に抽出した。抽出液は熱風により蒸発乾固し、これに1定量の水を加えて溶解し、酢酸鉛と蓚酸ソーダで除蛋白後最終濃度0.2%になるように2% HClを加え、沸騰水中で1hr加水分解した。各可溶性糖はこの加水分解液を1N NaOHで中和後、SOMOGYI法¹⁴⁾で、また還元糖については、85% *ethanol* 抽出液を除蛋白後直接 SOMOGYI法にて定量した。

フラクトサンの重合度の測定には、11月19日採取の新葉鞘を用い、85% *ethanol* で少糖類を除いた後、その残渣を50% *ethanol* で抽出し、85~50% *ethanol* 可溶区分とし、さらにその残渣を水で抽出し、50% *ethanol* ~水可溶区分とした。フラクトサンの精製は、各抽出液の除蛋白液に99% *ethanol* を約90%の*ethanol*濃度になるように加え、冷蔵庫内に1週間放置し、フラクトサンを沈澱させ、沈澱を90, 95, 99% *ethanol* としだいに高濃度のアルコールで洗浄脱水し、最後はデシケーター中で吸引乾燥した。

重合度の測定は小島らの方法に従った。すなわち、Sephadex G 75を直径1.5cm、高さ50cmのカラムにつくり、溶媒は0.3% NaClとし、フラクトサン試料5mgを0.5mlの溶媒に溶かし、カラム上加えた。溶媒の流量は約20ml/hrとし、フラクションコレクターにて2mlずつ採取し、Anthrone法¹⁵⁾によりフラクトサンの溶出量を測定した。なお指標物質としてDextran 10とDextran 20を用いた。

少糖類の定性はペーパークロマトグラフィーで行い、溶媒は *n-butyl acetate: acetate: water=5:3:1(v/v)*, 発色剤は *anisidine reagent* と *benzidine-TCA reagent* を用いた。

生育気温は当场圃場にて測定した日平均気温を示した。

3. 結果および考察

1) 可溶性炭水化物の量的変化

再生長不能の古葉鞘のフラクトサン含有率の変化をみると、表 1 に示すとおり 10/4 には 23.83% であったが、10/13 には 11.33% まで減少し、とくに刈取 5 日目から 9 日目までの減少が著しかった。その後 10/23 までの 10 日間はほとんど変化せず、低含有率であったが、11/19 測定のものでは再び 29.30% に上昇した。このようにほとんど光合成器官を持たない部位でも、生存しているものではかなりの貯蔵炭水化物の再集積がみられた。この間、枯死したものでは 2.63% とフラクトサンがごく僅か残存しているにすぎなかった。つぎに全糖の動きをみると、その含有率は 1.63~3.88% の間で変動したが、10/4~10/23 の間は、刈取りの影響によるためか 1.63~2.23% とやや低含有率であり、その後の回復

期に 2.53%, 3.88% と高くなっている。全般を通じて、還元糖の含有量はほぼ一定であるが、刈取りによる消耗期回復期の関係は非還元糖でより顕著に現われており、10/4 から 10/23 までの間に 0.95% から 0.45% まで減少し、その後急激に増加した。ペーパークロマトグラフィーで調べると、この非還元糖の大部分は *sucrose* であるが、WYLAM¹⁶⁾、小島^らが指摘しているとおり、一部低分子のフラクトサンも含まれている。このような刈取り後の少糖類の変化は 10/9 と 10/13 の間をさらに細かに調べなければならないが、ここではフラクトサンの分解による一時的な少糖類の上昇は見られず、貯蔵炭水化物の消費と同時に少糖類も減少し、回復期もほぼ一致している。他の研究者^{2,9,10)}の結果でも刈取り後の多糖類分解時に少糖類が増加するという現象はみられず、種子の発芽や休眠明け時にみられる多糖類の分解とは様子が違っている。つまり草の再生時には、多糖類の分解とその利用が非常に密接に噛み合っている。

再生葉の新葉鞘については、刈取り直後は葉鞘部が小さく試料として採取できなかったが表 2 に示すとおりフラクトサンは 10/9 では 1.06% と低く、葉の発育につれて増加し、11/19 には 40.08% に達している。その後 12/23 でも同レベルの含有率であることから、この値が新葉鞘

Table 1. The variation of sugars and fructosan concentrations in non regrowth-leaf sheath of orchardgrass after cutting.

Sampling Dates	Reducing Sugar	Nonreducing Sugar	Total Sugar	Fructosan	Total Soluble Carbohydrate
Oct. 4	1.20%*	0.95%	2.15%	23.83%	25.98%
6	1.03	0.60	1.63	20.55	22.18
9	1.49	0.74	2.23	20.08	22.31
13	1.72	0.39	2.11	11.33	13.44
23	1.43	0.45	1.88	13.99	15.87
Nov. 19	1.44	1.09	2.53	29.30	31.83
Dec. 23	2.76	1.12	3.88	27.19	31.07
23**	0.79	0.44	1.23	2.63	3.86

* % to dry matter

** dead leaf sheath

Table 2. The variation of sugars and fructosan concentrations in regrowth-leaf sheath of orchardgrass after cutting.

Sampling Dates	Reducing Sugar	Nonreducing Sugar	Total Sugar	Fructosan	Total soluble Carbohydrate
Oct. 9	1.97%*	2.08%	4.05%	1.06%	5.11%
13	0.56	3.43	3.99	1.95	5.94
23	1.17	2.19	3.36	5.47	8.83
Nov. 19	1.63	2.83	4.46	40.08	44.54
Dec. 23	2.33	2.22	4.55	40.08	44.63

* % to dry matter

Table 3. The variation of sugars and fructosan concentrations in root of orchardgrass after cutting.

Sampling Dates	Reducing Sugar	Nonreducing Sugar	Total Sugar	Fructosan	Total Soluble Carbohydrate
Oct. 4	1.71%*	0.80%	2.51%	23.83%	26.34%
6	1.53	0.76	2.29	23.83	26.12
9	1.53	1.05	2.58	18.36	20.94
13	0.87	1.83	2.70	21.64	24.34
23	1.56	0.84	2.40	25.55	27.95
Nov. 19	1.67	1.66	3.33	26.41	29.74
Dec. 23	1.60	1.14	2.74	29.14	31.88

* % to dry matter

での最大含有率と考えられる。これは古葉鞘のフラクトサン最大含有率 29.30% の約 1.4 倍に当り、高い光合成能を有する組織と、古い組織の差がはっきり現れており興味深い。この新葉は刈取りで除去された古い葉位の葉になって出てきたもので、刈取りによる損傷をほとんど受けていない。従って非還元糖の低下も見られず、全糖は 3.37~4.55% と全般的に他部位より高い値をとっている。

刈取り再生時の地上部全体の炭水化物の動きは、以上のような再生しない部位と、新しく再生する若い葉からなる部位との総合された結果として現われるが、再生しない古い葉鞘も、新葉鞘には劣るが、再びフラクトサンの蓄積が見られた。これは新しく再生した若い葉の展開後に起っており、新葉から古葉鞘への光合成産物の転流ということも今後検討してみなければならない。

一方地上部では表3のとおり、刈取りによりフラクトサンは一時的に減少したが、地上部ほどではなく、10/9に 18.36% とわずかに低下しただけで 10/13には 21.64% と葉鞘に比べ回復が非常に早かった。還元糖、非還元糖ともとくに目立った変化は見られず、全糖として 2.29 から 3.33% の間を変動している。従ってこの時期には古い葉鞘の貯蔵炭水化物が最も多く利用され、根部のものはあまり影響を受けないようである。

2) フラクトサンの質的变化

つぎにフラクトサン含有率の大きく変動した試料について、アルコール溶性区分法により、可溶性炭水化物を低分子のものから高分子のものまで段階的に抽出し、その存在割合をみると、古葉鞘では図1のようになった。刈取り日の 10/4には全可溶性炭水化物 (T.S.C.) は 25.98% で 85, 65, 50, 30% ethanol で T.S.C. の約 9.8, 21.1, 34.5, 91.2% がそれぞれ抽出された。つぎに刈取り9日後で T.S.C. が 13.44% に低下した 10/13のものをみると、同様のアルコール濃度でそれぞれ T.

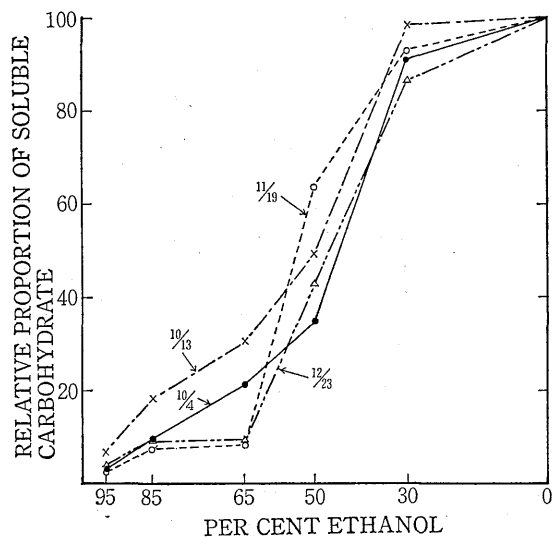


Fig. 1. Relative proportion of soluble carbohydrates extracted with various ethanol concentration from non regrowth-leaf sheath of orchardgrass after cutting

S.C. の 18.4, 30.5, 49.1, 98.3% が抽出された。つまり 10/13のものは、全可溶性炭水化物中、高アルコール濃度で抽出されるものが多かった。これは重合度の小さいものの比率が高くなる事を示している。

T.S.C. が 31.83% に回復した 11/19になると、85, 65% ethanol では T.S.C. の 7.3, 8.4% が抽出され、50% ethanol で 63.7%, 30% ethanol で 92.8% となり、低アルコール濃度に可溶の重合度の高い T.S.C. の比率が再び高くなった。

また表4の実際の抽出量をみると、95~65% ethanol 可溶のものはどの時期でも少なく、ほぼ一定で、50% 以下の低濃度アルコールで抽出される比較的高分子のものが大部分であり、全体の構成比の変動もこの高分子のものの増減から生じている事がわかる。このような可溶性

Table 4. Soluble carbohydrates extracted with various ethanol concentrations.

Date per cent of ethanol	Non regrowth-leaf sheath				regrowth-leaf sheath		Root			
	Oct. 4	Oct. 13	Nov. 19	Dec. 23	Nov. 19	Dec. 23	Oct. 4	Oct. 9	Nov. 19	Dec. 23
95	0.86*	0.93	0.81	1.22	0.75	1.05	1.00	1.11	1.90	0.84
85	2.54	2.47	2.33	2.86	2.52	3.25	1.45	1.53	3.01	2.22
65	5.48	4.09	2.69	2.90	2.91	3.25	2.30	1.88	3.01	2.33
50	8.98	6.60	20.26	13.35	26.73	11.28	10.55	12.52	11.04	12.04
30	23.70	13.19	29.53	26.84	41.05	43.12	20.08	18.84	21.00	15.66
water	25.99	13.43	31.83	31.07	44.53	44.63	26.34	20.94	27.95	31.88

* Fructose mg per 100 mg armatter

炭水化物の変動の主因はフラクトサンによるものなので、これはそのままフラクトサン含有率と重合度の関係におきかえる事が出来る。つまりフラクトサン含有率の高い時期は高重合度フラクトサンが多く、刈取り後の含有率の低下はこの高重合度フラクトサンの減少による、そして再生により再び含有率が高まると、また高重合度フラクトサンが蓄積してくる。この間低重合度フラクトサンはほとんど変動しない。

一方、ともにフラクトサン含有率の高い11/19と12/23を比較すると、11/19のものでは50% ethanolでT.S.C.の63.7%が抽出されたのに対し、12/23のものでは43.0%しか抽出されなかった。また30% ethanolでは11/19は92.8%、12/23は86.4%となり12/23の試料の方が低濃度アルコールでもなお抽出されない区分が多く、明らかに高分子化していることがうかがえる。同様の関係を新葉鞘についてみると、11/19も12/23もT.S.C.はほぼ同じ含有率であるが、図2に示すとおり11/19の方は50% ethanolで60.0%抽出されたのに対し、12/23では半分以下の25.3%しか抽出されず、12/23の方が高分子のものが多いと推察された。つまりこれらはほぼ同じ含有率のものの中で重合度の相違が生じていることを示している。そこで図4から生育温度の変化をみると、当圃場では11/17から日平均気温が急に5°C以下に低下し、12月末はさらに0°Cを割るほどきびしくなっているところから、Smith¹²⁾や小島ら¹⁸⁾の報告にも見られる気温の低下に関連した重合度の変化であると考えられる。

つぎに根部のフラクトサンの重合度の変化を図3で見ると、10/4のものは50% ethanolで全可溶性炭水化物の40%が抽出されるが、10/9では59.8%と多くなり、11/19では再び10/4とほぼ同じ抽出曲線を示した。さらに12/23では30% ethanolでも49.1%しか抽出さ

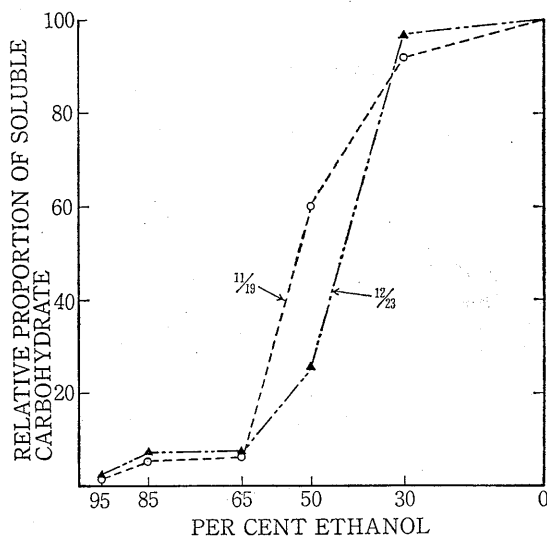


Fig. 2. Relative proportion of soluble carbohydrates extracted with various ethanol concentration from regrowth-leaf sheath of orchardgrass after cutting

れず、一層高分子のものが多くなった。葉鞘と根とを比較すると、刈取り日の10/4のものは、根の方が65% ethanol可溶性以下の低分子のものが少なく、重合度の高いものが多かった。さらに最も重合度の高まった12/23をみると、根では30% ethanol不溶一水可溶の比率が非常に大きくなり、古い葉鞘で13.6%、新葉鞘で3.4%に対し、根では約50%を占め、とくに新鞘に比べると、含有率は低いながらも明らかに根の方が重合度の高いフラクトサンを蓄積することがうかがわれた。

また葉鞘と同じく根でも、刈取り後の貯蔵炭水化物の分解時には65% ethanol可溶以下の重合度の低いものはほとんど増加せず、比較的高分子のものの中で低分子化が生じているものと推察された。

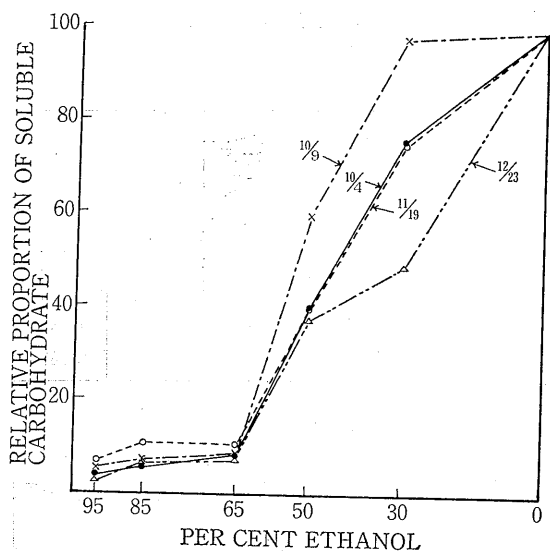


Fig. 3. Relative proportion of soluble carbohydrates extracted with various ethanol concentration from root of orchard grass after cutting

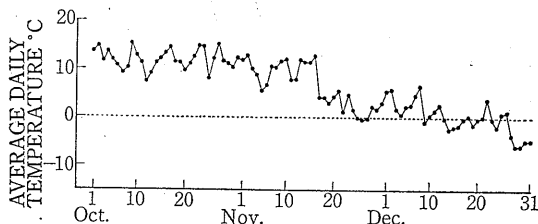


Fig. 4. Trends of average daily temperature from Oct. to Dec. 1969 at Kawatabi Farm.

3) フラクトサンの重合度の推定

以上の結果は、とくに葉鞘のフラクトサンでは重合度の低いものから高いものまで幅広い分子量組成をもち、含有率の変動や気温の高低に伴って重合度も変化する。しかもこの変動は大部分 50% ethanol—水可溶区分の比較的重合度の高いものの中で起り、とくに重合度の高まる初期には 65% ethanol 不溶—50% ethanol 可溶区分の含有率が1時高くなる。従って大まかに見れば、85% ethanol 不溶—65% ethanol 可溶の比較的変動の少ない低重合度フラクトサンと、65% ethanol 不溶—水可溶で変動の大きい高重合度フラクトサンとの2つのグループに分けることが出来る。そこでこのうち変動の大きいフラクトサンの重合度を知るため 11/19 採取の新葉鞘より前述の方法にて分別精製したフラクトサンを用い、Sephadex G 75 で重合度を測定した。Dex. 10 と Dex. 20 を指標として溶出曲線を描くと図5のとおり

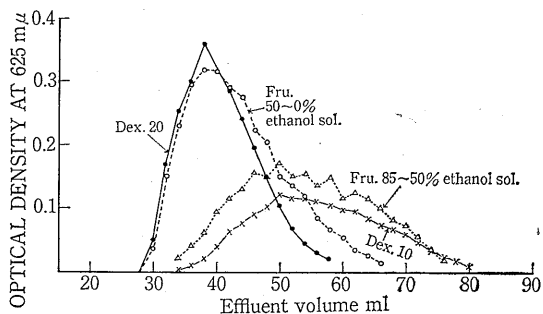


Fig. 5. Elution diagram of 85% ethanol insoluble-50% ethanol soluble fructosan, 50% ethanol insoluble water soluble fructosan, dextran 10 and dextran 20 on Sephadex G 75 column. Fructosan and dextrans was detected with anthrone reagent. Fructosan was extracted regrowth-leaf sheath of orchard grass sampled in 19 Nov.

となった。つまり 50% ethanol 不溶—水可溶のものは Dex. 20, 85% ethanol 不溶—50% ethanol 可溶のものは Dex. 10 とほぼ同じ溶出曲線を示した。従って Dex. 20 の $M\bar{n}$ は 15,000 Dex. 10 の $M\bar{n}$ は 5,700 である事から、フラクトサンの場合もほぼそれに近い数平均分子量 ($M\bar{n}$) を示すものと考えられ、50% ethanol 不溶—水可溶のものは重合度約 83, 85% ethanol 不溶—50% ethanol 可溶のものは重合度約 31 と推定された。この 85% ethanol 不溶—50% ethanol 可溶のものは、表4からわかるとおり、ほとんどが 65% ethanol 不溶—50% ethanol 可溶のものであり、フラクトサンは重合度 31 から 83 の間で変動するものと考えられる。

以上の事からフラクトサンの重合度の高まりは、その含有率の高まりに比例して重合度を高める段階と、つぎには含有率は一定でも気温の低下によりさらに重合度が高まる段階の2段階に分ける事が出来る。一般には含有率が低くしかも重合度が高い状態は見られない。またこのような含有率の増減及び重合度の高低は、50% ethanol で可溶のもの以上の重合度の高いものの中で盛んであり、65% ethanol で可溶のもの以下の低い重合度のもは、常に一定の値を持ちつづけている。

オーチャードグラスのフラクトサンの重合度 (degrees of polymerization) について PERCIVAL¹⁷⁾ は D.P. 25~30, 又小島ら¹⁸⁾ は葉鞘のフラクトサンについて D.P. 32~83 という値を出している。著者らの場合も 85% ethanol 不溶—50% ethanol 可溶のものが D.P. 31, と小島らの値と一致している。しかし前にも述べたとおり、85% ethanol 不溶—50% ethanol 可溶区分の大部分は、65% ethanol 不溶—50% ethanol 可溶のものであり、85% ethanol 不溶—65% ethanol 可溶のものは

僅かしか含まれていないので、D.P. 31 という値はおそらく前者の代表値であり、後者の低分子フラクトサンはさらに重合度が低いものと考えられる。従って高重合度のものとの間の高分子化，低分子化は D.P. 31~83 の間で生じていると考えられる。

以上の結果は、気温の低下時に刈取りにより人為的にフラクトサン含有率を変化させた場合の結果であるが、早春の生育開始時に起るフラクトサンの自然分解でも同様な変化が見られるかどうか、とくに 85% *ethanol* 不溶—65% *ethanol* 可溶の低分子フラクトサンの増加時がないかどうか、今後検討しなければならない。

摘 要

貯蔵炭水化物含有率の高まった10月に、オーチャードグラスを刈取り、刈株の根、再生葉葉鞘、非再生葉葉鞘のフラクトサン含有率とその重合度の変化を調べた。

1) 刈取後のフラクトサン含有率の減少は、非再生葉葉鞘で最も顕著で、刈取9日目には当初の1/2以下まで減少した。しかし再生葉の発育に伴って非再生葉葉鞘でもフラクトサンの再蓄積が見られた。

2) 刈取後、根ではフラクトサンが僅かに減少したが、再生葉葉鞘では刈取の影響をほとんど受けず、フラクトサンは葉の発育に伴って増加した。

3) 還元糖はフラクトサンの変動と無関係であるが、非還元糖はフラクトサンの増減と同様に变化した。

4) フラクトサンの重合度の変化については、含有率の増加に比例して高まる段階と、含有率は一定で重合度のみ高まる段階とに分けることができた。

5) 同じフラクトサン含有率でも根のフラクトサンは他部位のものに比べ重合度が高かった。

6) フラクトサン含有率及び重合度の高低は、比較的重合度の高い高分子フラクトサン (65% *ethanol* 不溶—水可溶) の間でおこり、85% *ethanol* 不溶—65% *ethanol* 可溶の低分子のものはほとんど変化しなかった。

7) フラクトサンの重合度は 85% *ethanol* 不溶—50% *ethanol* 可溶のものは D.P. 31, 50% *ethanol* 不溶—水可溶のものは D.P. 83 で重合度の変動は D.P. 31~D.P. 83 の間で生じていると推定された。

謝辞：本研究の遂行に当たり終始有益なご助言をいただいた東北大学農学部、小島邦彦博士に謹んで感謝の意を表します。

引用文献

- 1) WAITE R. and BOYD J.: *J. Sci. Food Agric.* 4, 197 (1953)
- 2) OKAJIMA H. and SMITH D.: *Crop Sci.* 4, 317 (1964)
- 3) SMITH D. and GROTELUESCHEN R. D.: *Crop Sci.* 6, 263 (1966)
- 4) BATHURST N. O. and MITCHELL K. J.: *N. Zeal. J. Agr. Res.* 1, 540 (1958)
- 5) DAVIDSON J. L. and MILTHORPE F. L.: *Ann. Bot.* 29, 407 (1965)
- 6) SULLIVAN J. T. and SPRAGUE V. G.: *Plant Physiol.* 24, 706 (1949)
- 7) 小島邦彦, 伊沢健: 日草誌 13, 39 (1967)
- 8) BLASER. R. E, BROWN. R. H. and BRYANT. H. T.: *Proc. 10th Int. Grassld. Congr.* 147. (1966)
- 9) SPRAGUE V. G. and SULLIVAN J. T.: *Plant Physiol.* 25, 92 (1950)
- 10) SULLIVAN J. T. and SPRAGUE V. G.: *Plant Physiol.* 28, 304 (1958)
- 11) GRIFFITH W. K, TEEL. M. R. and PARKER H. E.: *Agr. J.* 56, 473 (1964)
- 12) SMITH D.: *Crop Sci.* 8, 331 (1968)
- 13) 小島邦彦, 伊沢健: 日草誌 16, 112 (1970)
- 14) SOMOGYI. M.: *J. Biol. Chem.* 160, 61 (1945)
- 15) YEMM E. W. and WILLIS A. J.: *Biochem. J.* 57, 508, (1954)
- 16) WYLAM C. B.: *J. Sci. Food. Agr.* 5, 167 (1954)
- 17) PERCIVAL E. G. V.: *British J. Nutr.* 6, 104 (1952)

Physiological Studies on Available Carbohydrates in Grasses

I. Changes in sugar and fructosan composition of orchard grass with cutting

Kazuo SUGAWARA, Takeshi ISAWA and Kenroku HAYASHI

Institute of Grassland, Faculty of Agriculture, Tohoku University
(Narugo-mach, Miyagi-ken)

The quantitative and qualitative variation of available carbohydrate in the root and leaf sheath of orchard grass at the successive stages of growth after cutting was investigated in fall season.

1. The fructosan content in the non regrowth-leaf sheath at the 9th day after cutting decreased to about half as much as that before cutting, but it was recovered with the growth of new shoots.

2. The fructosan content in the root decreased a little after cutting, but little in the regrowth-leaf sheath.

3. In the non regrowth-leaf sheath, the variation of concentration of fructosan was accompanied with that of non reducing sugar, but little variation of reducing sugar.

4. At the first step, the degrees of polymerization of fructosan became high in proportion to fructosan concentration in plant, and at the second step, it was increased higher by descending of atmospheric temperature.

5. The fructosans in the root were consisted of longer chain than those of other tissues.

6. The variation of content and chain length of fructosan was mainly found at the fraction of long chain fructosans. The short chain fructosans were not so variable both quantitatively and qualitatively.

7. The degrees of polymerization of fructosan extracted between 85 and 50% ethanol were about 31, and those extracted between 50% ethanol and water were about 83. It seemed that the chain length of fructosan varied between D.P. 31 and D.P. 83.

(J. Japan. Grassl. Sci., 18, 202~208, 1972)