

収穫法を異にする桑樹の地下部に於ける 貯蔵物質含有量の季節的変化¹⁾

田口亮平²⁾・西村善次²⁾

Ryohei TAGUCHI and Yoshitugu NISHIMURA: Seasonal Changes in Contents of
the Reserve Substances Found in Mulberry Roots, with Special Reference to Harvesting
Methods of the Leaves.

(1953年9月15日受理)

桑樹の地下部は物質貯蔵器官としての役割をしており、特にその皮部は肥厚して多量の澱粉・脂肪等の貯蔵物質を含有し、しかもこれ等の含有量は著しい季節的変化を示す(田口1939)。地下部皮部に於ける貯蔵物質は、伐採後に於ける枝条の再生・生長及び収穫量等に大きく影響するもので、先に著者等(田口・西村1952)は、この部分に於ける組織粉末比重並に組織粉末浸出液屈折率を測定し、総合的物質充実度の季節的変化を調べた。本報はその続報をなし、収穫法に関する基礎的研究の一部であつて、樹木に於ける主たる貯蔵物質であるところの炭水化物(弱酸可溶性総炭水化物)並に脂肪(粗脂肪)等の桑樹の地下部の皮部に於ける季節的消長特に収穫法との関係を追求したものである。

実験材料及方法

実験材料は前報と同様で(田口・西村1952)、根刈仕立の改良風返及び風返を用い、収穫法を異にすることによつて実験区を設定し、1950年5月より1951年6月に至る間、時期を追つて実験材料を採取した。晴天の日の翌日、株の下の土壌を堀り除き、株の直下の主根の皮部で地下部約15cmの部分をも4cm²内外小刀ではぎとり供試した。供試個体数は1区5個体で、同一個体より2回以上の供試材料の採取は行わなかつた。

乾燥組織粉末を3%の硫酸で3時間加水分解して得られた還元糖量を吉田氏(1942)の方法に準じピクリン酸法で比色定量して貯蔵炭水化物の量とした。一方乾燥粉末をエーテルで浸出して粗脂肪を定量した。分析は何れも3群の材料について行つて平均値を求めたが、分析結果は対乾量法及び対組織粉末容積法の二者で表示した。

実験結果

実験第一：春切区及立通区の地下部皮部に於ける

- 1) 日本養蚕学会第23回大会にて発表
- 2) 信州大学繊維学部・栽桑学・植物生理学研究室

る貯蔵炭水化物の季節的変化

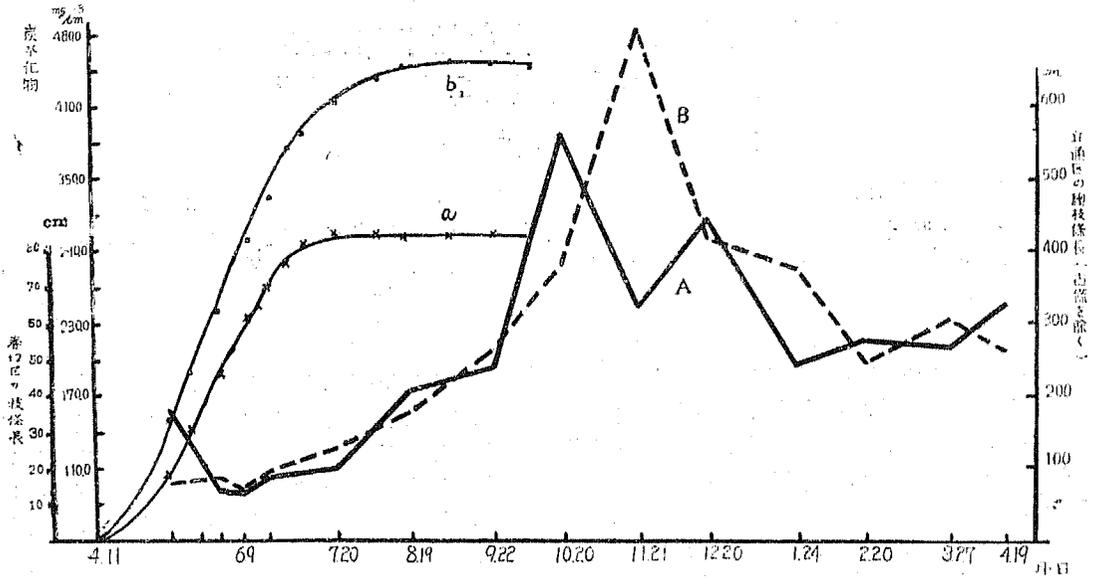
立通区は前年に発芽前伐採後伸長した改良風返の二年生枝条を当年そのまま伸長させたもので、春切区は二年生枝条を当年4月10日に発芽前伐採を行い、両区共に摘葉は行わなかつた。その実験結果は第1表及び第1図に示されている。

第1表：地下部の皮部に於ける炭水化物
含有量の季節的変化(改良風返)

月日	春切区				立通区			
	対乾量表示		対粉末容積表示		対乾量表示		対粉末容積表示	
	実数	比数*	実数	比数*	実数	比数*	実数	比数*
5. 11	22.23	74	125.2	68	16.97	53	95.9	49
5. 19	21.04	70	113.0	62	19.10	60	96.6	50
5. 31	19.63	66	89.1	49	17.85	56	100.1	52
6. 9	16.45	55	86.7	47	19.89	62	90.1	46
6. 21	19.78	66	100.5	55	19.55	61	105.6	54
7. 20	20.33	68	107.7	59	20.67	65	124.4	64
8. 19	29.11	97	171.5	94	27.27	85	152.2	78
9. 22	30.15	101	190.2	104	30.67	96	206.1	106
10. 20	63.41	212	381.7	208	39.85	125	273.0	141
11. 21	38.39	128	236.9	129	75.25	235	478.6	247
12. 20	44.01	147	301.9	165	45.33	142	295.1	152
1. 24	30.37	101	189.2	103	42.23	132	269.0	139
2. 20	32.75	109	209.9	115	34.52	108	190.9	98
3. 27	26.96	90	203.5	111	37.50	117	228.0	118
4. 19	34.68	116	239.6	131	33.29	104	202.7	105

* 測定値の平均値をそれぞれ100とした比数

春切区では第1回測定(5月11日)以後炭水化物含有量は次第に低下し、5月下旬から6月初旬に著しく減じ、以後次第に増加し10月初旬には最高に到達する。4月初旬発芽前伐採後新条が再生されるが、再生の初期には地下部の貯蔵炭水化物が地上部に転流し、新器官の形成に



第1図：春切区及び立通区の地下部皮部に於ける炭水化物含有量の季節的变化（改良鼠返）

A：春切区の炭水化物

B：立通区の炭水化物

a：春切区の枝条の生長曲線（1本平均）

b：立通区の新梢の生長曲線（合計）

利用されることを、その頃に於ける炭水化物の減少が明らかに示し、新条の生長速度が最大となる5月末頃最少となる。それ以後は葉による同化物質の生産が増大すること、新条の生長速度の低下とによって炭水化物の消費よりも生産の方が多くなり、その余剰が地下部に貯蔵されるため、地下部に炭水化物の増大が起つたものと解せられる。7月初旬には本実験の春切区では伸長生長を殆んど停止したが、その頃より地下部の炭水化物の増加が顕著となり、この増加は10月下旬までつづく。この落葉期頃の最大期以後、冬期に向つて顕著な減少を示している。

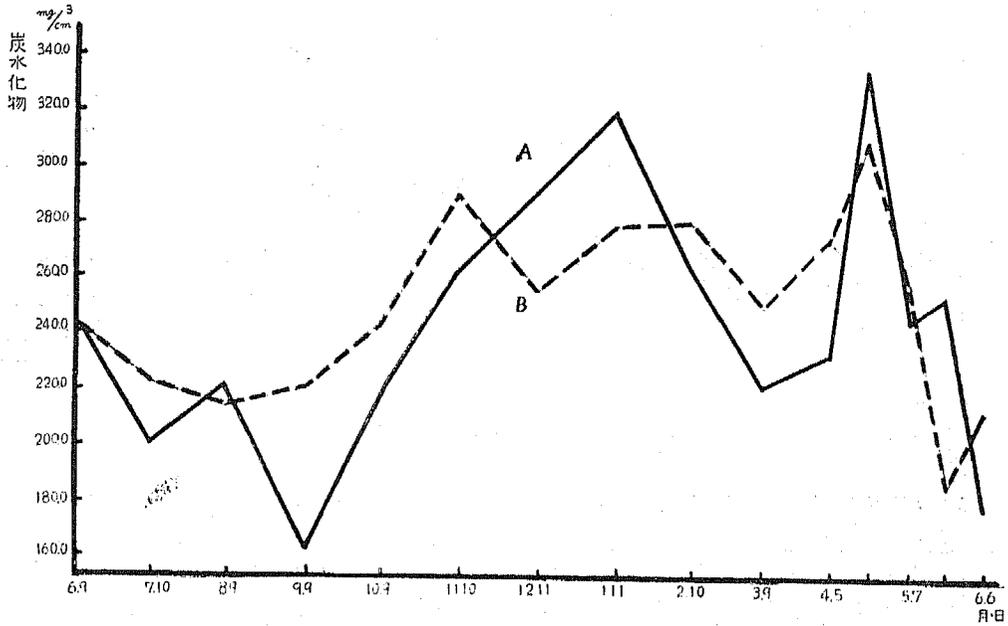
立通区に於ける地下部の貯蔵炭水化物の変化経過は、大体春切区と同様であるが、次の二つの点に於て趣を異にしている。その一つは新梢の生長旺盛期である6月初旬に於ても、立通区では特に目立つ低下がないことで、これは本区では新梢の伸長に当つて、二年生の古条に於ける貯蔵物質が利用され得る為、地下部に於けるその消費が急激に行われなかつたことを示しているのであろう。第二の相違点は、秋の最高の時期が立通区では春切区よりおくれ、11月下旬にあり、しかもその値が春切区より著しく高いということである。本実験では立通区が9月下旬に落葉を始めたのに、春切区は10月中旬に落葉期に入った。この様に立通区では落葉は早いが、新条に着生する葉で生産された同化物質は、古条を通じて地下

第2表：地下部の皮部に於ける炭水化物含有量の季節的变化（鼠返）

月・日	夏 切 区				株 上 夏 切 区			
	対乾量表示		対粉末容積表示		対乾量表示		対粉末容積表示	
	実数	比数*	実数	比数*	実数	比数*	実数	比数*
6. 9	42.96	105	244.4	102	42.96	102	244.4	100
7. 10	38.89	95	201.5	84	41.85	100	233.1	91
8. 9	41.55	101	221.9	92	36.37	87	214.2	87
9. 9	27.04	66	163.1	68	38.08	91	220.1	90
10. 9	36.44	89	218.3	91	40.59	97	243.1	99
11. 10	40.00	97	262.0	109	43.15	115	290.3	118
12. 11	48.00	117	291.3	121	42.23	100	256.0	104
1. 11	50.81	124	300.0	125	46.52	111	279.6	114
2. 10	40.59	99	264.2	110	46.81	111	281.3	115
3. 9	40.00	97	222.0	92	42.52	101	250.9	102
4. 5	39.85	97	235.9	98	44.52	106	274.2	112
4. 20	57.17	139	336.7	140	51.71	123	310.3	126
5. 7	41.33	101	244.7	102	42.74	102	259.4	106
5. 21	42.00	102	254.5	106	34.37	82	185.9	76
6. 6	33.48	81	178.8	74	38.33	91	212.3	86
6. 20	37.48	91	203.9	85	34.52	82	183.6	75

* 測定値の平均値をそれぞれ100とした比数

部に貯蔵される為、新条から直ちに地下部に貯蔵される



第2図：夏切区及び株上夏切区の地下部皮部に於ける炭水化物含有量の季節的变化（鼠返）

A：夏切区 B：株上夏切区

春切区に比較して、炭水化物の貯蔵が落葉後おそくまで続くものと解される。炭水化物含有量の最大値は立通区が春切区に比して著しく高いのは、前者では枝条の伐採による貯蔵物質の損失が少いこと及び同化作用を行う地上部の大きさが大であることより当然のことと思われる。

実験第二：夏切区及株上夏切区の地下部皮部

に於ける貯蔵炭水化物の季節的变化

前年夏切後伸長した鼠返の二年生の枝条を当年春蚕期の6月10日に伐採したものと（夏切区）、夏切に当って二年生枝条の下部1尺を残して伐採したもの（株上夏切区）につき、地下部皮部に於ける貯蔵炭水化物の季節的变化を調べた（第2表及び第2図）。両区共摘葉は行わなかつた。

先ず夏切区を見ると、6月初旬の夏切以後地下部の貯蔵炭水化物は著しい減少を示し、9月初旬に最少となるが、これは夏切後の枝条の再生に伴う地下部の貯蔵物質の消耗を示しているものと解せられる。9月中旬には本実験区では枝条の伸長は殆ど停止したが、その頃から炭水化物の貯蔵が顕著となり、1月初旬には最大となる。株上夏切区でも略同様な変化を示すが、伐採後の枝条の再生に伴う地下部の物質消耗が夏切区に比較して明らかに少く、これは株上夏切区では地下部のみならず、古条に残っていた貯蔵物質が枝条の再生に利用された為であろう。

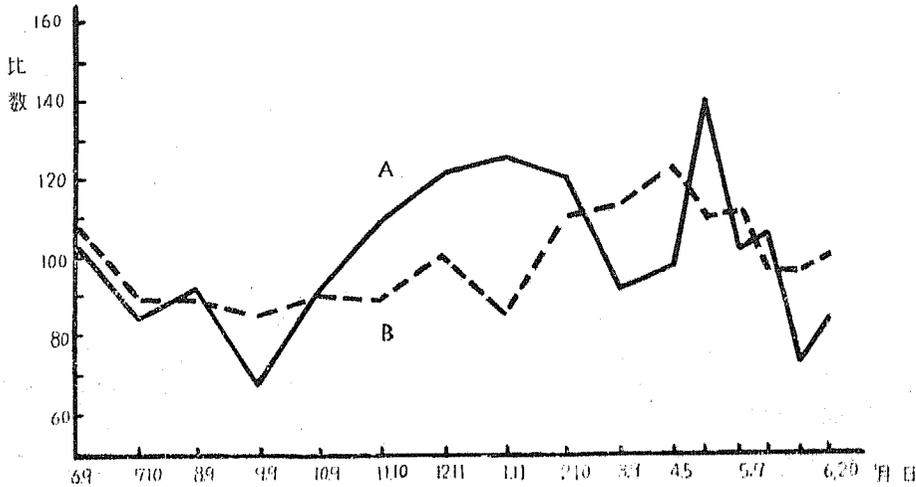
落葉期以後に於ける最高値は、むしろ夏切区の方が大であるが、このことは炭水化物の貯蔵が、株上夏切区では古条の部分にも相当行われたことを示すものと思われる。

冬期以後の貯蔵炭水化物の変化を見ると、両区共に厳冬期に減少し、4月下旬の萌芽期直前に再び顕著に増大する。その後地下部の貯蔵炭水化物は両区共に急激な減少を示すが、これは新梢の伸長に利用されたことを意味する様である。

実験第三：地下部の皮部に於ける粗脂肪含有量の季節的变化

実験第二と同一の材料である夏切の鼠返の地下部の皮部を供試し、粗脂肪の含有量を測定した。その実験結果は第3表に示され、これの変化経過と炭水化物のそれ（第2表）とを対比したものが第3図に示されている。

地下部に於ける脂肪の蓄積は夏期の枝条の生長期には少く、冬期に著しく増大し、早春の萌芽直前に減少する。斯る脂肪含有量の季節的变化と貯蔵炭水化物のそれとを比較すると、生長期には地下部の脂肪含有量は炭水化物のそれと略似た変化をなすが、冬期以後は両者の変化は明かに相反し、厳冬期頃の炭水化物の減少する時期には脂肪は増加し、早春に於ける萌芽直前には炭水化物の増加と脂肪の減少とが相伴っている。それ以後新梢の生長が始まれば両者は共に減少する。



第3図：夏切区の地下部皮部に於ける炭水化合物と粗脂肪含有量の季節的变化の比較（鼠返）
対粉末容積表示値の比数による
A：炭水化合物
B：粗脂肪

第3表：地下部の皮部に於ける粗脂肪含有量の季節的变化（鼠返）—夏切区

月・日	対乾量表示		対粉末容積表示	
	実数	比数*	実数	比数*
6. 9	6.18	110	35.2	107
7. 10	5.66	101	29.3	89
8. 9	5.46	97	29.2	89
9. 9	4.64	82	28.0	85
10. 9	4.93	88	29.5	90
11. 10	4.46	79	29.2	89
12. 11	5.39	96	32.7	100
1. 11	4.76	85	28.1	86
2. 10	5.55	99	36.1	110
3. 9	6.71	119	37.2	113
4. 5	6.82	121	40.4	123
4. 20	6.13	109	36.1	110
5. 7	6.19	110	36.6	112
5. 21	5.27	94	31.9	97
6. 6	5.91	105	31.6	97
6. 20	6.06	108	33.0	101

*測定値の平均値をそれぞれ100とした比数

実験第四：炭水化合物貯蔵に及ぼす摘葉の影響

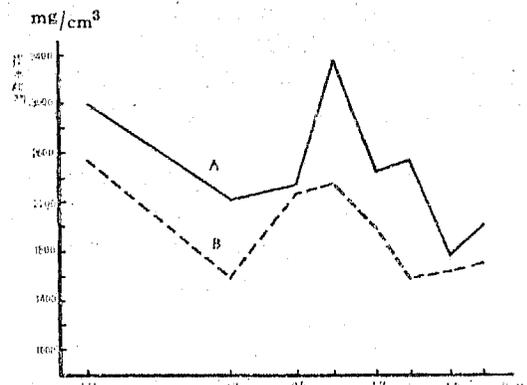
鼠返の夏切区と夏切摘葉区との冬期以後に於ける地下部皮部の炭水化合物含有量の変化が第4表及第4図に示されている。夏切区は実験第二と同様で無摘葉であり、夏切摘葉区は9月12日に枝条の上半部の摘葉を行った。

実験結果によれば、摘葉区にても無摘葉区と殆ど同様な炭水化合物の時期的変化を示し、越冬期に減少し萌芽直前に増加し、新梢の伸長に伴って減少するが、これ等の

第4表：地下部の皮部に於ける炭水化合物貯蔵に及ぼす摘葉の影響（鼠返）

月日	夏切区				夏切摘葉区			
	対乾量表示		対粉末容積表示		対乾量表示		対粉末容積表示	
	実数	比数*	実数	比数*	実数	比数*	実数	比数*
1. 11	50.81	119	300.0	120	43.85	121	254.8	130
3. 9	40.00	94	222.0	89	28.77	80	157.7	80
4. 5	39.85	93	235.9	95	42.67	118	226.6	115
4. 20	57.17	134	336.7	135	44.20	122	236.5	120
5. 7	41.33	97	244.7	98	33.85	94	199.4	102
5. 21	42.00	98	254.5	102	31.33	87	158.5	81
6. 6	33.48	78	178.8	72	30.74	85	164.8	84
6. 20	37.48	88	203.9	82	33.48	93	172.4	88

*測定値の平均値をそれぞれ100とした比数



第4図：夏切区と夏切摘葉区との地下部皮部に於ける炭水化合物含有量の比較（鼠返）
A：夏切区 B：夏切摘葉区

各時期に於ける炭水化物の含有量は摘葉区は無摘葉区に比較して明らかに少く、摘葉が地下部に於ける貯蔵物質の蓄積に著しく影響することが判る。

考 察

樹木の貯蔵物質は、主として無窒素有機物であつて、含窒素有機物の貯蔵物質については余り知られていない(坂村1950)。前者のうちでは炭水化物及び脂肪が主なもので、著者等はこれ等の季節的变化と収穫法との関係について追求した。貯蔵炭水化物としては澱粉・糖類及びヘミセルローズ等があるが、こゝでは実験材料を弱酸で加水分解して得られる全糖をもつて貯蔵炭水化物の総量と看做した。著者の一人田口は(田口1939)、桑樹の枝条及び根に於ける弱酸可溶性総炭水化物の季節的变化は、主として貯蔵澱粉のそれに支配されることを明らかにしたが、本実験に於ける炭水化物含有量の消長も多分に澱粉含量の変化に由来しているものと思われる。

地下部の皮部に於ける貯蔵炭水化物の季節的变化を顕微鏡すると、夏期の枝条の生長期及び厳冬期頃の二つの時期に減少し、秋期の落葉期頃と早春の冬芽の萌芽直前との二回の増大期がある。一方粗脂肪の含有量は、生長期間中は略炭水化物の変化と似た増減をなすが、落葉期頃の脂肪の増加は余り明瞭でない。即ち二年生枝条に於ける冬芽の萌芽伸長(立通区)或は伐採後に於ける枝条の再生(春切区・夏切区・株上夏切区)等に伴つて地下部の貯蔵炭水化物及び脂肪の減少が起るが、このことは地下部の貯蔵養分が地上部に転流移行して、枝条の伸長や再生生長等の新器官形成に役立っていることを示しているものと解せられる。枝条が或る程度伸長すると、葉に於ける同化作用が盛んになると、枝条の生長速度が低下することによるものと推定されるところの、貯蔵養分の蓄積が起るが、これは特に炭水化物に於て著しく、斯くて地下部の炭水化物含有量は、落葉期頃に最大期を出現する。即ちこの時期に於ける貯蔵養分の蓄積は、脂肪よりも澱粉の形で行われる方が多い様である。冬期から早春にかけては炭水化物の変化と脂肪の変化は反対となり、厳冬期に於ける炭水化物の減少は、その時期に於ける脂肪の増加と相伴つており、これは恐らく気温の低下並に桑樹の含水量の減少等が有力に働き、澱粉の脂肪への転換が起つたものと考えられる。冬期に於ける斯る脂肪の増加は桑樹の耐寒性・耐乾性を増加せしめることとなるであろう(田口1939)。

以上の炭水化物並に脂肪の季節的变化は、桑樹本苗の植付当年に於ける根の皮部の季節的变化と殆ど同様であ

つて(田口1939)、本実験に於ける如き植付16年及至19年目の根刈仕立の桑樹の地下部でも、植付当年の若い桑苗にても、貯蔵物質の消長の模様は略同様であることが判る。桑樹の萌芽直前に於ける脂肪の減少とそれに伴う炭水化物の増加は、化学分析的に本実験で始めて確認したが、冬期間に増加した脂肪は早春再び炭水化物に転換し、その後春の枝条の生長に伴つて消費されるものと推定される。

収穫法の相異と貯蔵物質との関係について、先ず立通区と春切区とを比較して見ると、萌芽前伐採をした場合はこれを行わない場合に比して、枝条の生長に伴う貯蔵炭水化物の消耗がより明らかである。又枝条を伐採しない場合は、伐採した場合に比較して落葉期頃迄に起る物質貯蔵がより多いが、これは前者に於ては、貯蔵物質の消耗が少いこと、及び同化作用を行つての葉の蓄生が多いことによるものと推定される。

夏切区と株上夏切区とを比較すると、伐採後の枝条の再生に伴う地下部の炭水化物の消耗は、前者の方がより大であり、その後には季節的变化の振幅もより大である。これは株上夏切区に於ては地下部のみならず、切り残された古条の部分も貯蔵器官として利用し得られ、この部分に於ける貯蔵物質が枝条の再生に有利に利用されることを示している。葉の摘採が物質貯蔵に大きく影響することは、摘葉区と無摘葉区との貯蔵炭水化物の比較によつて明らかである。

本実験の結果より地下部皮部の炭水化物含有量の変化と、その組織粉末比重のそれ(田口・西村1952)とを比較すると、両者がよく似ている(本報第1図と前報第1図;本報第4図と前報第2図との比較)。即ち桑樹の枝条や根の如き貯蔵器官に於てはその組織粉末比重の変化は、貯蔵澱粉の増減に多分に支配されるところの推定(田口1942)が更に本実験によつて裏書きされている。しかし両者の変化は仔細な点に於ては異なるところがあり、これは組織粉末比重が単に澱粉含量のみによつて支配されるものではないということより当然であろう。同じく樹木の枝条であつても、枝条の先端部の如く窒素含有量の多い部分では、その組織粉末比重が炭水化物含有量と粗蛋白質のそれとの両者の増減によつて、著しく影響されるということから、落葉果樹に於て明らかにされていることは(宮崎・田口1953)、茲に参照すべきである。

桑樹の地下部皮部に於ける貯蔵物質の以上の様な季節的变化と殆ど同様な変化が、地下部の木質部や地上部の皮部・木質部でも起り得ることは、以前の實驗結果(田

口1939)より推定される。各種の樹木に於て地上部と地下部とでは、貯蔵物質の季節的变化の様相が、明らかに異なることが報告されているが(例えば ISHIBE 1935), 本実験の地下部の変化は、他の樹種で見られた地上部の変化とよく似ている。これは本実験の場合、地下部は比較的浅い部分が供試されている為であろう。

摘 要

桑樹の主要貯蔵物質である炭水化物及び脂肪の季節的变化と桑樹の収穫法との関係を知る為根刈仕立の改良鼠返及び鼠返の地下部の皮部について、弱酸可溶性総炭水化物並に粗脂肪含有量を測定した。その結果によれば、

1 地下部の皮部に於ける貯蔵炭水化物は、夏期の枝条の生長旺盛な時期及び厳冬期頃の二回の最少期があり、秋の落葉期頃及び早春の萌芽期直前の二つの時期に最高期がある。

2 地下部の皮部に於ける脂肪含有量は、夏期の生長期間は炭水化物含有量の変化と略同様に増減するが、落葉期頃の増大は炭水化物に於ける程著しくない。即ち枝条の生長速度が低下する頃より落葉期にかけて起る所の貯蔵物質の蓄積は主として炭水化物による様である。

3 冬期以後に於ける炭水化物の変化と脂肪の変化とは逆となり、炭水化物の減少する厳冬期には脂肪は増加し、これは桑樹の耐寒性並に耐乾性の増大を来たさしめるものと解される。冬芽の春の萌芽直前の炭水化物の増大する時期には脂肪は減少し、これは冬期一旦増加した脂肪が再び炭水化物に転換し、その後の新条の伸長によって利用されることを示しているものと推定される。

4 立通区は春切区に比較して、枝条の生長期の貯蔵炭水化物の消耗が著しくなく、落葉期の最大値もより大である。斯く立通区では炭水化物の蓄積がより良く行われるのは、枝条の伐採による貯蔵物質の消耗の少いこと及び葉の着生が多く、同物質の生産が盛んである為と見られる。

5 夏切区と株上夏切区との地下部皮部の貯蔵炭水化物の季節的变化を比較すると、前者に於ては後者に於けるよりも、伐採後の枝条の再生に伴う炭水化物の消耗が著しく、且つその含有量の変化の振幅がより大である。このことは株上夏切区では、地下部のみならず切り残された古条の部分も貯蔵器官として働き、又その部分に含有される貯蔵物質も、枝条の生長に利用され得ることを示している。

6 夏切区と夏切摘葉区との貯蔵炭水化物含有量を比較すると、後者では前者に比較して明かに少い。即ち摘葉した場合は、然らざる場合に比して地下部の物質蓄積が著しく少くなる。

引用文献

1. ISHIBE, O: Mem. Col. Sci. Kyoto Imp. Univ. B. XI, I: 1—83. (1935)
2. 宮崎義光・田口亮平: 農業及園芸 28: 647, (1953)
3. 坂村徹: 植物生理学 上巻 P. 51. 東京 (1950)
4. 田口亮平: 九大・農・学芸雑誌 8, 350—373. (1939)
5. ———: 植物学雑誌 56: 439—448. (1942)

6. ———・西村善次: 信大・繊維・研究報告 2: 1—6. (1952)

7. 吉田忠: 糖業試験場報告 11: 28—41. (1942)

Summary

Seasonal changes in contents of total carbohydrates hydrolysable with the 3% H_2SO_4 solution and those of crude fat were determined in the bark of mulberry roots which were cultivated in a crop field. The trees used as experimental materials were grown in the following manner: the two years old stem (next year to planting) and the stems (subsequent years) of each tree were cutted off near the ground every year, forming there the stock from which new shoots regenerated every year. The experiments were carried out with sixteen and nineteen years old trees thus cultivated.

The maxima of the carbohydrate contents were found in the leaf-fall period in late autumn and also in the period just before the budding in early spring, and the minima in the period of the rapid shoot growth in early or middle summer and also in the middle of winter. Changes in contents of the fat were almost similar during the growing season to those of the carbohydrates, but the increase of the former at the leaf-fall time was not so obvious as the latter. During winter time the fat contents changed oppositely to the carbohydrate contents, showing the maximum in the middle of winter and marked decrease just before the budding time.

When the two years old stems on the stock of each tree were cutted before their budding, the carbohydrate reserves were more decreased afterwards than in the case in which no stems were cutted in the year. And the maximum in the carbohydrate contents in autumn was higher in the latter case than in the former. When the two years old stems of each tree were cutted off in early summer, the carbohydrate reserves decreased markedly from that time on according to the growth of regenerated new shoots. These decreases in the reserves were much greater in the case of cutting the stems near the stock than in the case of cutting them about 30cm above the stock. It was found also that harvesting of leaves in the growing season decreased remarkably the accumulation of carbohydrate reserves in the roots of mulberry trees.

(Laboratory of Mulberry Tree Growing and Plant Physiology, the Faculty of Textile and Sericulture, Shinshū University.)