Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2025-05-08

葉分析の研究 1. 水稲に於ける炭水化物の時期的変化

長谷川, 儀一
大庭, 高明

(Citation)
兵庫農科大學研究報告. 農学編,1(1):5-8

(Issue Date)
1953-12

(Resource Type)
departmental bulletin paper

(Version)
Version of Record

(JaLCDOI)
https://doi.org/10.24546/81005940

(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/81005940

葉分析の研究

I. 水稲に於ける炭水化物の時期的変化

長谷川儀一，大庭高明（作物学講座）

Studies on Leaf Analysis.

1. Seasonal variation of carbohydrates in rice plants

Giichi HASEGAWA and Takaaki OBA

1. 緒言

筆者等は曩に本研究の予備的実験として，水稲及小麦に就て，異る肥料条件下に於ける作物体の栄養状態の関係に就て報告した[3,4]が，之等無機成分の全量及その相対的含量は植物主生産物たる炭水化物の状態を支配する事は想像するに容易である．又炭水化物含量は直接穀実収量に関係するのみならず，生育中の諸生理機能に影響する事大なり．依つて之等環境下に栽培する水稲に就て主に葉部に於ける澱粉，蔗糖及還元糖の含量の時期的変化を調べ，以て水稲体内に於ける炭水化物の状態を窺わんとした．

蔗糖及還元糖は葉身及葉鞘部共発育進むに従い漸次含量を増すが，之等は共に日変異多きものにて，為に各々肥料区による生理機能は詳かでない．澱粉含量は葉身には全生育期中殆んど存在せざるも，葉鞘に於ては多量に蓄積される時期あり，即ち概ね無効分蘖期より幼穂形成期に亘り最高を示し，以後出穂期にかけ急減するを認めた．即ち茎生長極めて僅かの栄養生長期には体内に生成される炭水化物は葉鞘部に一時的に澱粉として蓄積される．斯如水稲生育中に於ける炭水化物の状態の一端を知り得たるを以て，以下報告せんとする次第である．

本研究の一部は文部省科学研究費により施行せり．茲に謹みて謝意を表す．

2. 実験方法

a. 耕種概要

水稲農林37号を次の圃場区に栽培した．

場所： 兵庫県多紀郡岡野村吹上

試験区別

I. 完全区 NPK
II. 無窒素区 PK
III. 無燐酸区 NK
IV. 無加里区 NP
V. 窒素単用区 N
VI. 燐酸単用区 P
VII. 加里単用区 K
VIII. 無肥料区 No.

1Plot 1×5間 5坪

反当施肥量

肥料用石灰 15貫共通

	基肥	追肥 6月13日	7月7日	7月18日	計（貫）
N	石窒 N＝3.0	硫安 N＝1.0	0.5	0.5	5.0
P	過石 P_2O_5＝3.0	—	—	—	3.0
K	硫加 K_2O＝1.0	K_2O＝1.0	0.5	0.5	3.0

挺種，5月7日，1952本田に直播，10×4寸1本植坪当り90株．7月上旬分蘖盛期．8月上旬幼穂形成期．8月30日出穂始．10月9日成熟．

b. 試料採取

第1回試料採取は本田挿秧時に当る7月2日より第8回成熟期10月9日に亘る8回行い，各生育時に伸長完了せる先端葉2枚並に出穂期以後は止葉と頂上節間部を午前10時に採取した．その中より新鮮重1g を秤量細断し直ちに85% Alcohol に投入した．

c. 炭水化物定量法

還元糖及蔗糖の定量は概ね 5) の方法に依つた．即ち Alcohol に投入した試料を10分間煮沸し Alcohol extract と Residue とに濾別す．

Alcohol extract は水浴上にて Alcohol を蒸発，殆んど乾涸せしむ．次に之を 5 ml 水に溶解せしめ $Ba(OH)_2$ 及 $ZnSO_4$ 溶液を添加して除蛋白を行い澄明なる糖溶液を得る．還元糖定量にはこの 2 ml を用い 6) 及 8) の比色法によつた．

蔗糖定量には先の糖液 5 ml をとり 1) により，HCl にて室温下で転化せしめたる液を比色法により定量し，先の還元糖量を減じ 0.95 を乗じて蔗糖と見做した．(因に水稲葉部に於ける可溶糖を Paper chromatography により検べたるに，多量の蔗糖と僅かの葡萄糖と果糖との存在を認めたるのみ)．

澱粉定量には先に得たる Residue を $HClO_4$ にて澱粉を抽出し，概ね 7) による Starch-Iodine 比色法により定量した．

何れも光電比色計を用い測定し，迅速にして而も精度を高め得たと認める．

3. 結果並考察

各区に於ける生育状況収量成績は第1表の如くである．即ち窒素肥料過多により完全区と謂えども登熟遅延し草出来良好なるに不拘，収量成績不良であつた．無燐酸及無加里両区に於てはこの傾向が特に著しく，又出穂以後穂首稲熱病に冒され収量を異常に低めた．為し概ね各肥料条件の夫々の特性はよく現わしたと認める．

次に各生育時期の葉身及葉鞘中に於ける還元糖，蔗糖及澱粉の含量は第2表並第1図の如くである．

先づ生育正常なる完全区に就て考察すれば，水稲の葉身及葉鞘中共に主要なる可溶糖は全生育期を通じ，蔗糖にして，葉身では約1～5%に亘り，栄養生長期より生殖生長期に至るに従い増加し，成熟期に低下する．然乍開花期には一時的に低下する．

葉鞘に於ても生育時期と含量との関係は葉身と同傾向なるも，開花期に含量が減少しない様である．即ち葉身で生成される蔗糖はこの時期に多量に需要され，恐らく全力をあげて穂部へ移行されるに因るものと思われる．

次に還元糖に就ては葉身及葉鞘共に蔗糖含量より著しく少く，葉身にては約0.1～1.0%に亘り，生育後期に至るに伴い増加し，開花期に低下すること亦蔗糖と同傾向なり．葉鞘部にても葉身と含量大差なく少く，開花期と

TABLE 1 Growth and Yield

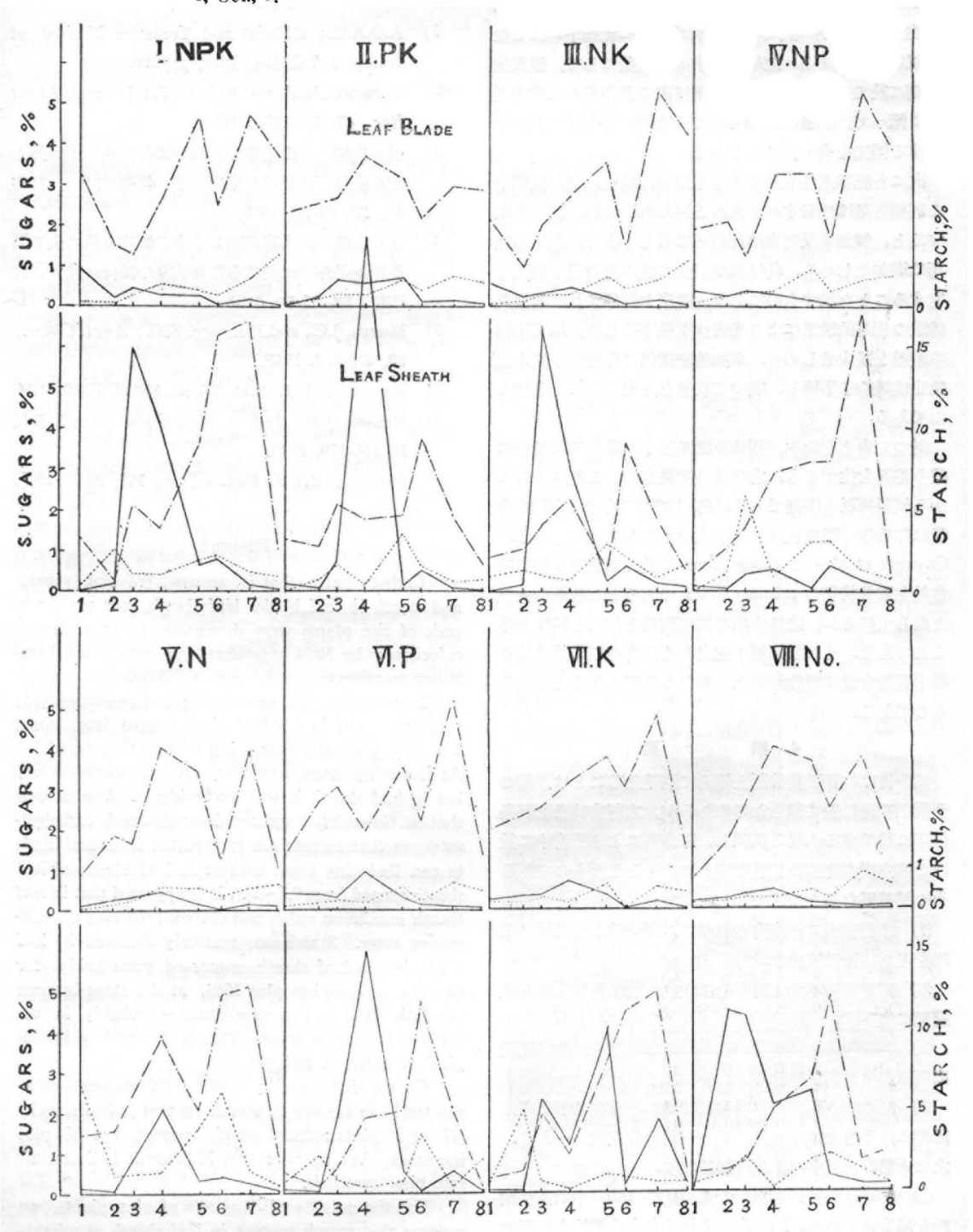
Fertilizer Treatments		I NPK	II PK	III NK	IV NP	V N	VI P	VII K	VIII No.
Date		Growth							
		1. Plant Height (cm)							
July,	3	44.6	38.7	50.1	45.5	45.8	37.8	36.0	35.1
〃	16	62.6	50.4	72.7	66.8	62.5	47.7	45.9	44.6
〃	30	82.8	71.4	97.2	90.9	83.1	65.6	63.5	59.8
Aug.	13	96.1	83.5	108.4	105.1	99.3	79.0	76.4	74.7
Sept.	11	115.2	99.1	113.7	126.6	123.8	97.5	95.5	96.5
Oct.	1	114.0	99.2	122.6	124.9	121.6	98.7	94.6	96.8
		2. No. of Tillers or Ears per plant							
July,	3	8.5	5.9	11.4	10.8	7.6	4.5	6.0	4.1
〃	16	12.2	8.2	13.5	15.4	13.5	7.8	7.6	6.5
〃	30	12.5	9.2	12.4	15.3	15.3	9.2	9.5	6.5
Aug.	13	11.4	8.2	11.8	14.0	15.0	8.5	8.4	6.1
Sept.	11	10.7	7.9	11.0	13.9	14.3	8.2	7.6	6.0
Oct.	1	10.0	7.7	10.3	13.4	14.4	7.9	7.8	6.0
		3. No. of Leaves in Main Stem							
July,	3	9.5							
〃	16	10.1	9.6	10.4	9.9	9.8	9.6	9.3	9.3
〃	30	11.7	11.4	11.7	11.8	11.3	11.4	11.2	11.3
Aug.	13	13.2	12.7	13.1	12.9	12.9	12.7	12.6	12.5
Sept.	11	15.0	14.0	14.5	14.5	14.1	14.5	14.1	14.0
		Yield (kg./Tsubo)							
Total weight above-ground		4.84	3.17	4.87	4.85	4.85	2.70	2.41	2.50
Leaves and stems		3.03	1.73	3.68	3.72	3.30	1.40	1.27	1.40
Rough Rice		1.76	1.44	1.19	1.13	1.56	1.30	1.14	1.11
Hulled Rice		1.18	1.13	0.74	0.85	1.06	1.13	1.05	0.85

TABLE 2 Carbohydrate Contents in Leaf Blade and Leaf Sheath of Rice Plants (% in dry matter)

Part of plant		Fertilizer Treatments															
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII	
		L.B.*	L.S.*	L.B.	L.S.	L.B.	L.S.	L.B.	L.S.	L.B.	L.S.	L.B.	L.S.	L.B.	L.S.	L.B.	L.S.
		Reducing Sugar															
Sampling Date: July,	2	0.10	0.16	0.05	0	0.05	0.37	0.10	0	0.02	2.75	0.10	0.30	0.15	0.20	0.12	0.20
〃	14	0.09	1.06	0.18	0.29	0.11	0.51	0.25	0.40	0.13	0.43	0.17	0.95	0.16	2.07	0.20	0.42
〃	28	0.25	0.43	0.23	0.66	0.27	0.38	0.33	2.35	0.21	—	0.24	0.33	0.29	0.29	0.26	0.87
Aug.	11	0.51	0.40	0.28	0.16	0.30	0.29	0.38	0.34	0.58	0.52	0.16	0.12	0.16	0.08	0.22	0.09
〃	30	0.39	0.76	0.66	1.45	0.73	1.17	0.97	1.26	0.56	1.62	0.58	0.31	0.60	0.44	0.42	0.78
Sept.	9+	0.24	0.89	0.38	0.61	0.44	0.87	0.39	1.22	0.36	2.54	0.21	1.48	0.01	0.35	0.21	0.90
〃	24	0.65	0.47	0.72	0.22	0.69	0.34	0.67	0.51	0.54	0.58	0.68	0.12	0.55	0.24	0.89	0.51
Oct.	9	1.23	0.33	0.56	0.30	1.13	0.66	0.78	0.29	0.63	0.20	0.45	0.82	0.41	0.26	0.58	0.18
		Sucrose															
July,	2	3.25	1.32	2.30	1.27	2.16	0.82	1.93	0.42	0.85	1.42	1.33	0.50	1.97	0.34	0.73	0.48
〃	14	1.49	0.26	2.54	1.09	0.97	1.05	2.11	1.08	1.87	1.56	2.66	0.16	2.32	0.51	1.63	0.53
〃	28	1.23	2.12	2.67	2.13	2.00	1.64	1.24	1.58	1.66	—	3.06	0.62	2.51	1.97	3.20	0.73
Aug.	11	2.57	1.54	3.70	1.78	2.72	2.27	3.28	2.92	4.05	3.92	1.94	1.84	3.12	0.94	4.00	2.06
〃	30	4.69	3.57	3.18	1.88	3.59	0.54	3.31	3.19	3.43	2.04	3.57	2.03	3.77	3.23	3.63	2.80
Sept.	9	2.49	6.24	2.17	3.76	1.47	3.69	1.70	3.20	1.21	4.90	2.19	4.75	3.00	4.45	2.48	4.83
〃	24	4.70	6.61	2.98	1.84	5.37	1.78	5.39	6.84	3.99	5.13	5.29	2.07	4.86	4.95	3.76	0.75
Oct.	9	3.67	0.95	2.88	0.66	4.24	0.44	3.91	0.25	1.01	0.78	1.28	0.14	1.40	0.51	1.78	1.03
		Starch															
July,	2	0.95	0	0	0.90	0.56	0	0.38	0.68	0.11	0.55	0.41	0.43	0.21	0.24	0.17	0.17
〃	14	0.21	0.09	0.23	0.19	0.21	0.15	0.23	0.28	0.23	0.35	0.38	0.16	0.31	0.17	0.22	12.4
〃	28	0.44	14.9	0.66	3.52	0.30	17.6	0.37	2.03	0.31	—	0.29	4.64	0.33	6.49	0.34	11.6
Aug.	11	0.25	10.1	0.57	23.9	0.46	7.9	0.31	2.61	0.44	5.8	0.93	15.0	0.69	3.36	0.45	5.6
〃	30	0.27	3.19	0.70	0.62	0.21	1.22	0.15	0.27	0.12	1.59	0.29	2.58	0.33	10.7	0.13	7.4
Sept.	9	0.04	4.00	0.10	2.75	0.05	3.28	0.05	3.15	0.01	2.06	0.11	0.33	0.08	0.66	0.08	1.84
	24	0.17	0.73	0.14	0.45	0.15	0.99	0.12	1.28	0.15	1.12	0.07	2.97	0.18	4.31	0.02	0.74
Oct.	9	0.02	0.14	0.07	0.16	0.02	0.49	0.02	0.09	0.08	0.29	0.03	0.03	0.01	1.04	0.07	0.89

Remarks: *L.B.=Leaf Blade, L.S.=Leaf Sheath; + Sampling part later Sept. 9, L.B. is only Top Leaf, and L.S. is Top Interenode.

Fig. 1. Carbohydrates content of Rice Plants at different stages.
Starch ——; Sucrose —•—•—, Reducing sugar ·····; Stage 1, July, 2; 2, July, 14; 3, July, 28; 4, Aug., 11; 5, Aug., 30; 6, Sept., 9; 7, Sept., 24; 8, Oct., 9.



分蘖盛期に極大が認められる．之は分蘖子新生に関係するかと思われる．

澱粉に就て見れば，元来禾本科草本は糖葉と考えられて居る如く，葉身には殆んど澱粉は無い様である．然るに葉鞘に於ては概ね無効分蘖期より幼穂形成期に亘る栄養生長の一時期に於て極大を示し，実に乾物中15%となり以後又急減する．之は注目すべき現象にして，栄養生長期に於て生成される炭水化物は次の茎伸長の生殖生長期に備へて，水稲は澱粉として一時的に葉鞘部に蓄積貯藏する機能を有することを認めるのである．

次に各肥料条件を異にするものを比較すれば，葉鞘中の澱粉含量は注目すべきものと思われ，これに就て考察すると，無加里及窒素単用両区は著しく少く，加里の施用は増加せしめる．此は加里が光合成に重要なる機能を有することを示すものにして，窒素を過用すれば加里及燐酸の相対的缺乏により光合成を低下せしめ，以て葉鞘中澱粉を減少せしめる．斯如施肥関係は作物体の炭水化物生成機能に影響し，従つて収量を支配することを知るのである．

従つて炭水化物中，蔗糖及還元糖も勿論各肥料条件に依り差異を生ずるも，之等は日変異も多しと想像されるから試料採取も困難である．処が葉鞘に於ける澱粉含量は作物体の栄養状態により大なる差を生ぜしめる．CLEMENT et al.[2] は Sugar cane に於て幼植物葉鞘中糖含量を栄養状態の primary index であるとし診断の一法となして居るが，之は水稲の葉鞘澱粉と対比し興味あることである．それ故水稲の適当なる生育時期に於ける葉鞘中澱粉含量は稲作診断上重要なる指標になると考えるものである．

4. 摘　　要

葉分析は作物栄養診断上極めて適確なることは，曩の予備的実験に於て認めた処であるが，本報文は各肥料条件下に栽培する水稲を供試し，葉分析により生育中に於ける体内炭水化物の状態を明かにせんとしたものであるその結果得たるもの次の如し．

(1) 水稲葉中には生育期を通じ，可溶糖として蔗糖過半を占め，還元糖少し．

(2) 葉身及葉鞘共生育進むに従い，蔗糖含量を増し成熟期に低下す．

(3) 葉身中蔗糖は開花期に一時的に低下す．此は開花に蔗糖が多量需要されることを暗示する．

(4) 澱粉は全生育期中葉身には殆んど存在せざるも，葉鞘には多量蓄積される時期——幼穂形成期——あり．之は水稲の注目すべき生理機能なり．

(5) 加里缺除及窒素過用の肥料条件は葉鞘中の蓄積澱粉を減少せしめる．即ち之等条件は光合成機能を阻害せしめるのであろう．

(6) 適当なる生育時期に於ける葉鞘中澱粉含量は水稲体の栄養状態を表示するから，稲作診断上に一指標を与えるであろう．

引 用 文 献

1) A.O.A.C.: Official and Tentative Meshods of Analysis. 7 th Ed., 1950, pp. 506.

2) CLEMENTS, H.F., and Kubota, T.: *Hawaii Plant Rec.*, **47**, 257-297. 1943.

3) 長谷川儀一，山上泰：水稲の葉片分析に依る異る肥料条件下に於ける栄養状態の関係に就て，日作紀，**22**, 19-20, 1953.

4) 長谷川儀一，大庭高明：小麦の葉片分析に依る異る肥料条件下に於ける栄養状態の関係に就て，日作紀，**22**, 85-86, 1953.

5) MOYER, J.C., and HOLGATE, K.C.: *Anal. Chem.*, **20**, 472-474, 1948.

6) NELSON, N.: *J. Biol. Chem.*, **153**, 375-380, 1944.

7) NELSON, J.P.: *Ind. & Eng. Chem., Anal. Ed.*, **15**, 176-179, 1943.

8) SOMOGYI, M.: *J. Biol. Chem.*, **160**, 69-73, 1945.

Résumé

Carbohydrates, that is, sucrose, reducing sugar, and starch in leaf blade, leaf sheath, and top internode of rice plants were determined by photoelectric colorimeter by field experiment grown on varied fertilizer treatments.

In complete plot, as normal growth was observed, sucrose content in dry leaf blade ranged from about 1 to 5%, gradually increasing as growth proceeds. At flowering stage, temporary decrease was observed, but in leaf sheath it was no evidence. We assume that at flowering stage ear demands much carbohydrates, so that sucrose are transported from leaf blade to ear. Reducing sugar content in leaf blade and leaf sheath ranged from 0.1～1%. It is appeared that in leaf sheath maximum value was observed tillering and flowering stage. Starch was scarecely observed in leaf blade, but in leaf sheath contained remarkably, for example in complete plot 15%, at the stage between vegetative and reproductive phase — probably in the ear bud formation stage. This is a notable physiological function of rice plants.

On the difference by varied fertilizer treatments, especially in respect to starch content in leaf sheath, NP or N plots reduced starch content, but K plot increased. We consider that K element indicates the rate photosynthesis.

For the nutritional diagnosis of rice plants, we propose that starch content in leaf sheath at suitable stage is important index.