HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	馬鈴薯の生理、形態學的研究 ： 第１３報　馬鈴薯塊莖形成に際しての呼吸の消長に就いて
Author(s)	田川, 隆; 岡澤, 養三
Citation	北海道大學農學部邦文紀要, 1(4), 403-409
Issue Date	1953-11-20
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11542
Type	departmental bulletin paper
File Information	1(4)_p403-409.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

馬鈴薯の生理・形態學的研究

第13報・馬鈴薯塊莖形成に際しての呼吸の消長に就いて

田川　隆・岡澤養三
(北海道大學農學部植物學教室)

Physiological and morphological studies on potato plants

Part 13. On the variation of respiration rate by the developmental stages of the tuber formation of potato plants

By

TAKASHI TAGAWA and YOZO OKAZAWA
(Botanical Institute, Faculty of Agriculture, Hokkaido University)

[I] 緒　言

馬鈴薯塊莖形成は，地下の莖節部より發する匍枝先端部の肥大によつて起る正常塊莖形成のほか，環境條件により，各種の異常塊莖の形成が見られる。即ち前報等[12),15),17),18)]に示した如く，休眠終了後の塊莖を乾燥條件下の暗處に貯藏するに際し，その萠芽の直接肥大により所謂芽薯を形成したり，又澁谷[6),7),8)]，伊東[3)]は各種の處理により，氣中塊莖，暗處空中塊莖等を形成せしめている。一方馬鈴薯塊莖形成の際の炭水化物，並びに諸態窒素化合物の轉流貯藏に關し，DENNY[2)]は，親薯は極めて重要な役目をなすことを認めている。又著者等も前報[14)]に於いて同様の事實を認めた。而して塊莖形成過程中，特に匍枝又は萠芽の肥大を開始する時期，即ち塊莖形成期に當り，該組織内に於ける還元糖・非還元糖・澱粉の各含量に顯著な變化が見られるが，この際，炭水化物の代謝，及び呼吸作用に密接な關係を有するアスコルビン酸は，上記の炭水化物の變化とともに，馬鈴薯塊莖形成に際し重要な役割を有することが認められた。

他方，馬鈴薯塊莖の呼吸に就いては SINGH and MATHUR[9)]の報告により，塊莖の成熟過程に於ける呼吸量の消長が明らかにされ，又 SINGH and MATHUR[10)]並びに著者等[13)]により，貯藏中の呼吸量の變化に就いても，その大要が明らかにされた。これらの報告によると，肥大成熟過程中の塊莖の呼吸量は，塊莖内の糖分含量が多い生育初期にその呼吸量も大であるが，これが成熟に伴なう貯藏澱粉の增加，糖分の減少と相俟つて呼吸量も減退するものである。又休眠期間中の呼吸作用は極めて微弱であるが，休眠終了後，アミラーゼの活性化とともに還元糖の蓄積を來たし，これに伴なつて呼吸量にも急激な增加が見られた。更に HOPKINS[4)]，BUTLER[1)]，KIMBROUGH[5)]等は塊莖を低溫に貯藏した際，その含糖量の增加に伴なつて呼吸の增大を來たすことを認め，塊莖の呼吸の變化は呼吸材料としての糖含量の增加によつて從屬的に起るものであろうと述べている。

以上の如く馬鈴薯塊莖の呼吸量の消長は塊莖内の還元糖，非還元糖の消長に極めて密接な關係があると考えられるので，本研究は各種環境條件下に於ける塊莖の形成過程中，特に匍枝，並びに萠芽から塊莖への轉換期に於ける，塊莖形成部の呼吸量の消長と炭水化物，即ち還元糖，非還元糖，澱粉の含量變化を追求し，塊莖形成に就いての生理・形態的機構の一端を明らかにする目的で行つたものである。

[II] 實驗材料並びに實驗方法

1) **實驗材料**：　供試材料としては馬鈴薯

"男爵薯"(農林省北海道廣島原々種農場昭和25年度産)を用いた。

2) **實驗方法**： 馬鈴薯栽培，並びに貯藏法として次の三法を用いた。

(a) 正常栽培法： 前記の種子薯は播種2週間前に800倍ウスプルン液にて20分間表面殺菌した。育成は北海道大學附屬農場内の圃場を可及的均一に整地し，堆肥・硫安・過燐酸石灰・硫酸加里を施し，5月1日全粒のまま播種した。播種後の除草・中耕・施肥等の管理は適宜行つた。匍枝の發生は發芽後2週間以内に起り，匍枝は約10日間の伸長期間の後，先端の肥大，塊莖形成が見られた。

(b) 暗處栽培法： 黄繊化した徒長萠芽の葉腋部に氣中塊莖を形成させる爲，暗處栽培を行つた。即ち，土を滿した木箱(80×40×30 cm)内に播種し，更にこの木箱を大形の外箱内に收め密閉し，隨時灌水し，土壤並びに外箱内の濕度を過濕狀態に保ち，この内で萠芽を徒長させた。萠芽は發芽後約2箇月にしてその葉腋部に小塊莖の形成を示した。

(c) 暗處貯藏法： 前記の塊莖を木箱(70×50×20 cm)内に貯藏し約2箇月後に，塊莖の萠芽，並びにその腋芽の一部に小塊莖を形成させた。

3) **測定法**： 還元糖，非還元糖の定量は各々ミクロベルトラン法により，澱粉の定量はジアスターゼ法により還元糖として測定した。

以下圖表に示す各含量の數値は乾重量1g中の含量をmgで表示したものである。

呼吸量の測定はDavisの呼吸計を改良したものを用い，20°Cの恒溫槽中で24時間呼吸をさせ，Q_{CO_2}，Q_{O_2}を以て示した。尙，呼吸試料は切斷による呼吸量の變化を考え，切片は溫度20°C，濕度80%に24時間放置し，切斷面に癒傷組織を形成し，又呼吸量が一定になつてから呼吸試料として使用した。

[III] 實驗結果並びに考察

a) 正常栽培條件下に於ける塊莖形成に就いて： 正常栽培條件下に於ける馬鈴薯の塊莖形成に就いて山本・野田[19]は萠芽後10～15日目頃迄を匍枝の伸長期とし，更にその後25日目頃迄の約10日間を塊莖の形成期とした。而して塊莖の形成は匍枝の伸長停止と共に，その先端の肥大によつて始まり，この際匍枝の榮養生長にのみ使用されていた炭水化物がその先端部に蓄積する過程に入る點から，植物体内的に一つの質的轉換期と考えられると述べている。この炭水化物の蓄積に關して著者等は前報[16]に於て示す如く，匍枝の伸長中には糖分，特に還元糖に富み，澱粉は僅かに匍枝の澱粉鞘の細胞内に小型の澱粉粒が見出されるに過ぎないが，塊莖形成期に至ると匍枝の先端部は澱粉粒蓄積の增加により不透明化し，その髓部，皮層部各細胞共に澱粉粒で充滿されるのが見られた。而してこの時期の分析値も示す如く，澱粉含量の急激な增加に應じて，還元糖含量は塊莖形成

Table 1. The variations of respiration intensity and carbohydrate contents in the potato stolon during the growing period

		Respiration			Carbohydrates		
		Q_{CO_2} (cc)	Q_{O_2} (cc)	RQ	Reducing sugar (mg)	Non-reducing sugar (mg)	Starch (mg)
Stolon, just after emerged		4.16	4.43	0.94	17.25	Trace	—
Developing stolon	Tip	3.95	4.03	0.98	17.15	Trace	—
	Middle	3.82	3.76	1.01	15.00	0.14	—
	Base	3.81	3.81	1.00	8.13	2.67	—
Stolon, just before the tuber formation	Tip	5.32	5.28	1.01	16.13	0.21	9.13
	Middle	4.50	4.40	1.02	14.81	1.07	—
	Base	4.66	4.66	1.00	7.14	3.01	—

直前を最高として減少するのが見られた。

以上の如く匍枝の伸長期より塊莖形成期に亘る期間は生理的にも顯著な變化が見られるが，この時期に於ける，匍枝呼吸量の變化に就いて追求し，第1，2表に示す如き結果を得た。

第1表は伸長中の匍枝の頂部，中央部及び基部に就いて，伸長に伴なう呼吸量，並びに炭水化物含量の變化を示すものであるが，これによると，匍枝先端部の呼吸量は中央部，及び基部に比して若干大きく，塊莖形成前に至つて最大値を示した。而してその Q_{CO_2}，Q_{O_2} はほぼ等しい故，呼吸に際して行われる細胞の酸素の吸收及び炭酸ガスの排出は均一に行われるものと考えられる。從つて呼吸率 (*RQ*) は最大 1.02，最少 0.94 の範圍にあり，何れも1の近似値を示した。一般に呼吸率を支配するものとして呼吸材料の種類があげられるが，馬鈴薯の匍枝内に檢出される糖は呼吸材料として好適の還元糖たる葡萄糖と若干の蔗糖であり，且つ呼吸材料として充分な含量を示している。以上の點からこの時期に於ける呼吸に際しては糖の完全酸化が行われ，從つて呼吸も1に近いものと考えられる。

他方，呼吸材料として使用される炭水化物の消長に就いて見るに，伸長中の匍枝は各部共還元糖に富み，特に匍枝の先端部は中央部・基部より含量が多い。即ち本期を通じ頂部は基部の約 2.0～2.5 倍を含有していた。他方，非還元糖含量は匍枝の發生初期には殆んど認められなかつたが，塊莖形成前に至り，各部に蓄積を見た。特に還元糖と異なり匍枝の基部に多量に含まれていることが認められた。

次に澱粉は澱粉鞘の部分に僅かに檢出し得る程度に過ぎないが，塊莖形成直前に至り匍枝の先端部に若干の蓄積開始が見られた。

上記の匍枝伸長期に次いで，塊莖形成期に至ると匍枝の先端部の炭水化物含量は大なる變化を生じ，その呼吸量も一様に減退することが認められた。從つて匍枝がその伸長期を終え，更に塊莖形成に至る期間を，

(1) 未肥大の匍枝の先端部
(2) 肥大開始時の匍枝の先端部
(3) 肥大開始後の匍枝の先端部
(4) 小塊莖形成後の塊莖部

の4期に分け，それぞれの時期に於ける呼吸を測定して第2表に示す如き結果を得た。

これによると，匍枝より塊莖への轉換に伴なつて呼吸量にも急激な減少が見られた。この減退は匍枝の伸長停止から本來の貯藏器官たる塊莖への轉換に際し，呼吸材料たる還元糖の減少と，澱粉の蓄積に由來するものと考えられる。即ち未肥大の匍枝の呼吸量は Q_{CO_2}，Q_{O_2} 共にそれぞれ 4.22 cc 及び 4.35 cc であるに對し，匍枝の先端の肥大開始後に於てはそれぞれ 2.04 cc 及び 2.06 cc となり共に約半量に減じた。これが更に小塊莖の形態をとるに至つてそれぞれ 1.90 cc 及び 1.97 cc となり，初發量の約 1/3 に迄に減退するに至つた。又，呼吸率 (*RQ*) は肥大開始時に 1.10 を示した。他は 0.99，0.96 の値をとり，いずれも1の近似値を示した。この呼吸量の減退に鑑み，直接，呼吸材料たる還元糖含量を檢討するに，匍枝の塊莖化に伴ない還元糖含量は急激に減少し，澱粉の蓄積を開始する。これに關しては前報[10]に於いて報告したが，本量は未肥大の匍枝に於いては 18.15 mg を示したものが，肥大開始と共に漸次減少し，小塊莖

Table 2. The variations of respiration intensity and carbohydrate contents at the time of tuber formation

	Respiration			Carbohydrates		
	Q_{CO_2} (cc)	Q_{O_2} (cc)	*RQ*	Reducing sugar (mg)	Non-reducing sugar (mg)	Starch
Stolon tip, yet unswelled	4.22	4.35	0.97	18.15	Trace	—
Stolon tip, onset of swelling	4.65	4.23	1.10	16.62	0.21	—
Stolon tip, after of swelling	2.04	2.06	0.99	13.69	0.51	101.23
Small tuber	1.90	1.97	0.96	11.80	0.82	182.09

狀を呈する時期になると 11.80 mg となり，初發量の約半量迄に減少した。他方非還元糖は未肥大の匍枝では僅かに痕跡が見られるのみであつたが，塊莖化と共に增加し，0.82 mg を示した。又，伸長中の匍枝內には少量の移動澱粉粒が認められるに過ぎないが，肥大開始，小塊莖化と共に澱粉含量は 182.01 mg となり急激な增加を見た。

馬鈴薯塊莖形成は形態的には匍枝の伸長停止と共に，その先端の膨大によつておこるものであり，体內生理的には今迄匍枝の伸長に用いられていた炭水化物が地下莖の先端に蓄積する過程に入る質的轉換期と考えられる（山本[19]）。更に組織學的には保井[21]は匍枝の先端生長の停止が，第二次的分裂組織の發達を誘起し，塊莖の肥大生長が始められると述べている。要するにこれら生理・形態，並びに組織學的變化の主要要因として，還元糖の減少，並びに澱粉の增加が特記さるべき事實であり，呼吸量の減退は，むしろこの呼吸材料たる糖の減少に附隨しておこる現象であり，ここに澱粉含量の增加，並びに呼吸の減退は共に塊莖が生理的に安定な一貯藏系たるべきことを示すものであろう。

b) 暗處栽培による氣中塊莖形成に就いて： 馬鈴薯の暗處栽培によつて人工的に徒長萠芽の葉腋部に小塊莖を形成せしめ得ることは澁谷[6),7),8)]，及び伊東[3)]の研究により明らかなところであり，澁谷はこの塊莖形成にあたり，徒長萠芽の頂芽優性による影響を受け，萠芽の基部に塊莖の形成が多いことを述べている。更に環狀剝皮等の處理によつても氣中塊莖を形成せしめ，これによつて炭水化物の轉流を阻害し，親薯，並びに萠芽の老化が氣中塊莖の形成を促進するものと論じている。他方，伊東[3)]はこの塊莖の形成はホルモン樣の塊莖形成物質によつて起ることを暗示し，各種の興味ある實驗をなしている。著者等は前報[17)]に於いて，この氣中塊莖の形成に際し，炭水化物，並びにこれらの代謝に關與するアスコルビン酸含量等の消長が正常塊莖形成の場合と同樣な傾向にあることを報告した。

本實驗に於いては暗處に淺植した塊莖を過濕條件に保ちつつ，萠芽を徒長せしめ，この葉腋部に形成した氣中塊莖，並びに徒長萠芽の各部に就いて呼吸量，並びに炭水化物含量を測定し，第3表に示す如き結果を得た。

Table 3. The variations of respiration intensity and carbohydrate contents of the etiolated sprout

		Respiration			Carbohydrates		
		Q_{CO_2} (cc)	Q_{O_2} (cc)	*RQ*	Reducing sugar (mg)	Non-reducing sugar (mg)	Starch (mg)
Etiolated sprout	Tip	0.98	1.01	0.98	14.18	Trace	—
	Middle	0.92	0.90	1.02	11.89	1.21	—
	Base	1.28	1.31	0.98	9.64	3.49	—
Small tuber		0.60	0.63	0.95	2.39	0.80	163.52

萠芽が約 50 cm に伸長した際，その萠芽の親薯に近い葉腋部に直徑 0.8～1.5 cm の小塊莖，即ち氣中塊莖の形成を見た。この際徒長萠芽の呼吸量は匍枝の呼吸量に比し Q_{CO_2}，Q_{O_2} 共に 1/5～1/4 量で，著しく少ない。又氣中塊莖の呼吸量は Q_{CO_2}，Q_{O_2} それぞれ 0.60 cc，0.63 cc を示し，正常塊莖形成中のそれの約 1/2 量を示した。かくの如く塊莖の呼吸量が萠芽の各部のそれより少ないことは，正常塊莖形成の場合の匍枝と塊莖との關係と同樣な傾向を示すものである。一方，萠芽の基部の呼吸量は他部に比して比較的高い數値が見られたが，これは氣中塊莖形成の部分に當るため，塊莖の形成と何等かの關係があるものと考えられる。

他方，萠芽各部の炭水化物含量に就いて見るに，還元糖は頂部に最も多く，非還元糖は基部に多い。中部は兩者とも，中間値を示した。塊莖中には 163.52 mg の澱粉の蓄積が見られ，還元糖・非還元糖ともに萠芽に比して著しく少ないことが

認められた。生長の盛んな頂部に還元糖含量が多いことは匍枝の場合と同様で，呼吸量が比較的多いのもこれによるものと考えられる。

上記の結果から見ると，暗處氣中塊莖形成の場合，萠芽，並びに新塊莖の呼吸量は正常塊莖形成の場合に比し著しく少ない。これは呼吸材料としての糖含量の差と，生育期の完全な相異が，呼吸作用の如き基本的代謝機構に直接影響を及ぼすものと考えられる。

c) **暗處貯藏による芽薯の形成に就いて**：馬鈴薯塊莖を長期間貯藏する際，貯藏中に萠芽した塊莖はその老化とともに萠芽の一部が直接肥大して小塊莖の形成を見る[11]。手島[18]は 10～60% の濕度の暗處に於いて形成されると述べ，田川[12),15)]も同様乾燥條件を必要とするといつている。又，前報[15)]に於いて塊莖の老化によつて炭水化物の轉流の變異を生じ，更に環境條件の不利が萠芽の伸長抑制に作用し，萠芽内に澱粉の蓄積を來たし，塊莖を形成するものであるとこを報告した。更に高溫乾燥條件下に形成された芽薯は，正常萠芽に比して澱粉・蛋白態窒素に富み，呼吸量にも顯著な減退があることを認めた。

本實驗では暗處に自然狀態で靜置した塊莖が休眠終了後，その老化に伴ない萠芽の一部に小塊莖の形成を見た。今この萠芽より塊莖形成への轉換期に於ける，呼吸量，及び炭水化物量の消長を下記の各部に就いて測定し，第4表に示す如き結

Table 4. The variations of respiration intensity and carbohydrate contents of the abnormal sprout emerged from the senile tuber

	Respiration			Carboyhdrates		
	Qco_2 (cc)	Qo_2 (cc)	*RQ*	Reducing sugar (mg)	Non-reducing sugar (mg)	Starch (mg)
Etiolated sprout	0.76	0.63	1.20	9.14	3.15	–
Lateral bud	2.13	1.96	1.09	19.23	Trace	27.33
Lateral bud (before swelling)	1.81	1.81	1.00	7.92	0.13	114.99
Lateral bud, just after swelling	0.99	0.99	1.00	2.15	0.33	141.63
Sprout tuber	0.70	0.70	1.00	1.66	0.52	179.76

果を得た。

(1) 徒長主莖
(2) 徒長主莖より生じた腋芽
(3) 先端がやや不透明化した肥大直前の腋芽
(4) 先端部に澱粉の蓄積明瞭な肥大開始後の腋芽
(5) 既に塊莖化した腋芽 (芽薯)

徒長主莖の呼吸量は他に比較して少なく，その Qco_2, Qo_2 はそれぞれ 0.76 cc, 0.63 cc であつて，腋芽に比し約 1/3 量であり，特にこの呼吸率は 1.20 で 1 より大なることが注目される。前報[15)]に於ても示した如く，塊莖を暗處，乾燥狀態に靜置すると，萠芽は酸性物質を蓄積し，呼吸率の增加が見られる。この徒長主莖に就いても同様な事實が見られた。尙，この部分には澱粉の蓄積は見られないが，還元糖・非還元糖の含量は比較的多い。次に徒長主莖上に生じた腋芽の呼吸量は最も大であるが，然し呼吸率は 1.09 を示した。而してこの部分は微量の澱粉と多量の還元糖を有し，生理的に最も活潑な狀態にあることが推測される。然しこの腋芽が芽薯の形成過程に入ると，Qco_2, Qo_2 共に急激に減少し，呼吸率も 1.00 となり，澱粉含量の急激な增加と，還元糖の急減が見られた。

塊莖の老化と環境條件の不利が，萠芽，並びに腋芽の伸長を抑制し，これら生理活動の阻害により，親薯より來る過剩の還元糖は，萠芽の先端部細胞内に貯藏型たる生理的に不活性の澱粉として蓄積し，これが更に呼吸材料としての還元糖の不足を來たし，ひいては呼吸作用減退の主要因子をなすものと考えられる。從つて正常塊莖形成の場合と結果的に同様な傾向が見られたが，全体としての呼吸量は著しく少ないことが認められた。

以上の各實驗結果を通じ，一般に伸長生長中

の匍枝，又は萠芽の呼吸量が比較的多いのに對して，その正常・異常を問わず一度塊莖形成期に入ると呼吸の減少が認められた。而してこの際，炭水化物の消長を呼吸材料の消長という觀點から見ると，塊莖形成に伴なう還元糖の減少と，澱粉の蓄積が呼吸量の減退に關與するものと考えられる。一般に活性の呼吸材料として葡萄糖，果糖等の六炭糖の外に蔗糖があげられるが，馬鈴薯匍枝並びに塊莖中にはこれらの糖が檢出される。從つて塊莖形成前の呼吸量が多いことは主として呼吸材料たる還元糖含量の高いことによるものと考えられる。但し，正常塊莖形成の際の萠芽の呼吸量が少ないことは，兩者の糖含量の差によると同時に，環境條件，例えば溫度，濕度等による呼吸に對する抑制効果が考えられる。更に塊莖形成後の呼吸量の減少は，還元糖が主に貯藏澱粉に變化して，活性の呼吸材料の不足を來たすと共に，他方，塊莖形成に伴なう表皮組織の木栓層形成による空氣の透通性の減退も，間接に呼吸作用の減退に關與するものと見られる。

[IV] 摘　　要

1) 本研究は馬鈴薯の正常塊莖，並びに異常塊莖形成の際の呼吸量，並びにこれと直接關係を有する還元糖・非還元糖・澱粉の消長を追求し，以て塊莖形成の生理的機構の一端を明らかにする目的で行つたものである。

2) 正常栽培の場合，匍枝の伸長期間に於ては，その先端部の呼吸が最大であつて，中央部・基部はこれに次いだ。而してその呼吸量は匍枝の伸長に伴なつて增加すると共に，他面還元糖の消長も亦，ほぼこれと並行關係を示すことが確かめられた。

次いで匍枝の塊莖形成が始まると，匍枝先端部の肥大，並びに該組織內への澱粉の蓄積に伴ない，呼吸量，並びに還元糖含量の急激な減少が見られた。呼吸率は全期を通じ，ほぼ1に近い値を示した。

3) 暗處，濕潤條件下での塊莖形成の場合は，徒長萠芽の先端部に還元糖含量多く，且つ呼吸作用も盛んであり，又萠芽基部には若干の非還元糖の蓄積を見た。而して萠芽基部に形成された塊莖の還元糖含量は少ないが，然し澱粉に富み，呼吸量は僅少であつた。

4) 暗處貯藏塊莖の芽薯形成に際しては，萠芽の塊莖化に伴ない呼吸量，還元糖の減退と澱粉の蓄積が見られた。

5) 一般に馬鈴薯は塊莖形成期に於いて呼吸度の減退が認められるが，これは主に呼吸材料としての還元糖が澱粉の形成に用いられることによる減退にもとづくものと考えられる。

參考文献

1) BUTLER, O.: Bull. Torrey Bot. Club., **40** (1913), 110–119.
2) DENNY, F. E.: Bot. Gaz., **87** (1929), 157–194.
3) HIDEO ITO & TORU KATO: Tohoku Jour. Agric. Res., **11** (1951), 1–14.
4) HOPKINS, E. F.: Bot. Gaz., **78** (1924), 311–325.
5) KIMBROUGH, W. D.: Md. Agric. Exp. Sta. Bull., **276** (1925).
6) 瀧谷紀起：山形大學紀要，**1** (1950), 13–14.
7) ————：山形縣立農林專門學校研究報告，**4** (1951), 47–50.
8) ————：山形大學紀要，**1** (1952), 127–134.
9) SINGH, B. N. & MATHUR, P. B.: Annals appl. Biol., **24** (1937), 169–174.
10) ———— ————：Annals appl. Biol., **25** (1938).
11) STEWART, F. C.: Brooklyn Bot. Gard. Memories, **1** (1918), 423–426.
12) 田川隆・中澗三郎：札幌博物學會報，**18** (1949), 70–73.
13) 田川隆・岡澤養三・酒井隆太郎：寒地農學，**1** (1948), 37–55.
14) 田川隆・岡澤養三：札幌博物學會報，**19** (1950), 16–23.
15) ————・————：北海道大學農學部邦文紀要，**1** (1952), 185–193.
16) ————・————：北海道大學農學部邦文紀要，**1** (1952). 240–245.
17) ————・————：北海道大學農學部邦文紀要，**1** (1952). 246–250
18) 手島寅雄・高橋直德：日作紀事，**19** (1951), 271–274.
19) 山本建吾・野田健兒：東北大學農學研究所彙報，**1** (1949), 55–64.
20) ————・————：日作紀事，**19** (1950), 177–182.
21) 保井コノ：採集と飼育，**8** (1946), 26.

Résumé

The present investigation is one of a series of experiments carried out under the title of physiological and morphological studies on potato plants. Although certain new items of morphological information have recently been reported by ITO (1951), SHIBUYA (1950, 51, 52) and YAMAMOTO (1949, 50), virtually little is known concerning the physiological and biochemical mechanisms of the tuber formation of potato plants. In the preceding numbers of this series (1952) the authors have reported that the tuberization of the potato plant is intimately affected by the variation of ascorbic acid content in the potato tissues. In the present investigation, extending the work on the influence of external conditions on the tuber formation of potatoes, particular attention has been given to a study on the physiological relation between the variations of carbohydrate contents and the respiration rate in the tuber under various conditions, with a desire to contribute to understanding the process of the tuberization of potatoes.

Potatoes of the variety "Irish Cobbler" were used as material.

The experimental results obtained may be summarized as follows;

(1) Under the conditions of normal cultivation of potatoes, the contents of reducing sugar in the stolon tips of potatoes were considerably higher than those of the other parts of the stolon throughout the developmental stages of lineal growth of the stolons. At the same time, the respiration rate of the stolon tips was much greater than that of the other parts of the stolon during these stages. However, when the tuberization process of stolon come into operation, the respiration rate of the stolon tips began to decline gradually in proportion to the decrease of sugar content which in turn caused the accumulation of starch in the stolon tips.

(2) When the potato plants were cultivated in shallow wooden boxes which were kept in the dark room under humid conditions, small tubers were formed on the axils of the etiolated sprouts after standing for about two months or longer. In such etiolated sprouts, the reducing sugar content in the sprout tips was much higher than that of the other parts of the sprouts. On the contrary, the content of reducing sugar was rich in the basal part of the sprouts. Accordingly high rate of respiration of the sprout tips was observed as a consequence.

On the other hand, in the new tuber formed on the axils of the basal parts of the etiolated sprouts the content of starch is very abundant while it is low in reducing sugar content, which results in a very low rate of respiration.

(3) By the abnormal tuberization of potato plants, such as sprout tuber formed directly on the mother tuber under the dark and dried conditions, being accompanied with the developmental stages of the sprout tuber formation, rapid accumulation of starch and the decline of sugar content were recognized, which in turn caused a decrease of the respiration rate.

(4) So far as can be judged from the results obtained in the present investigation, without respect to normal or abnormal tuberization of potatoes, a gradual decrease of the respiration rate was recognized in the course of the developmental stages of the tuber formation. Such decline in respiration rate of the newly developing young tuber might be most presumably attributed to the decrease of the content of sugar, as suitable substrate for respiration in the young tuber, due to conversion from sugar to starch which was taking place by the tuberization of potato tissues.