ひまばりノ芽生植物ノ電位分布ニ對スル 創傷ノ影響ニツイテ

木 下 三 郎

SABURO KINOSHITA: Über den Einfluss der Verwundung auf die Potentialverteilung
beim Hypokotyl von *Helianthus annuus*.

Eingegangen am 20. Mai 1940.

種々ノ植物ニ於ケル電位分布ノ研究ハ LUND 及ビ KENYON,¹⁾ RAMSHORN,²⁾ 小菅氏³⁾及ビソノ他多クノ人々ニヨツテ報告サレテキル。コレ等ノ電位測定ニ用ヒラレル方法ニハ電極ヲ植物體ノ表皮組織面ニ接觸セシメテ測定スルモノト、組織内ニ電極ヲ挿入スルモノトガアル。然シ電極ヲ表皮面ニ接觸セシメテ測定シタ電位分布ガ果シテ生體内部ニ於ケル電位分布ノ状態ヲ示シテキルカ否カニツイテハ更ニ考慮スル必要ガアルト考ヘラレル。又材料ニヨツテハ表皮組織ノ性状、膜面ニ於ケル種々ノ物質ノ存在、ソノ他ノ原因ニヨツテ單ニ電極ヲ表皮面ニ接觸セシメタノミデハソノ電位測定ガ困難トナリ、電極ヲ測定セントスル植物體内部ノ組織中ニ挿入スルカ或ハ表皮ノ一部ヲ除去シタル後電極ヲ接觸スル等ノ手段ガ必要トナル事ガアル。然シコノ場合ニハ組織内ヘノ電極挿入或ハ表皮組織ノ除去ノ際ニ生ジタ傷害ノ機械的の刺激ガソノ電位分布ニ如何ナル影響ヲ及ボスカヲ確メル必要ガ生ズル。

ORBELL 及ビ BRÜCKE⁴⁾ ハ輸尿管ノ筋肉ニツイテ、又 BOSE⁵⁾ ハおじぎさう及ビソノ他ノ植物組織ニツイテ機械的の刺激ニヨル電位ノ上昇即チ所謂陽性變動 (Positive Schwankung) ガ存在スル事ヲ報告シタ。然シコレ等ノ結果ハ他ノ多クノ研究者ニヨツテ確認サレルニ至ラズ、一般ニハ刺激ヲ加ヘラレタ部分ノ組織ハ然ラザル部分ヨリ電位ガ低クナル事即チ陰性變動 (Negative Schwankung) ガ存在スル事ガ認めラレテキル。然シコノ機械的の刺激ニ對スル電氣的反應ガ如何ナル機作ニヨツテ起ルカハ未ダ明白デナイヤウデアル。

植物體ニハ一般ニ電氣的極性が存在シ、コノ電氣的極性が種々ノ生理現象ト關係アル事ガ認めラレルニ至ツタ。從ツテ創傷ガコノ極性ニ對シテ如何ナル影響ヲ與フルカヲ明カニスル事ハ電位測定上ヨリモ、生體電位生成ノ原因ヲ追究スル上ヨリモ必要ナル事ト考ヘラレル。MARSH⁶⁾ ハたまねぎノ根ニ機械的の刺激ヲ與ヘルト刺激部分ノ起電力ガ減少スルコトヲ認め、コノ刺激ノ影響ノ傳導、及ビ繼續ニツイテ實驗

1) LUND, E. J., and KENYON, W. A.: Jour. expr. Zool. 48 (1927): 333.

2) RAMSHORN, K.: Planta 22 (1934): 737.

3) 小菅進之助: Bot. Mag. Tokyo, 47 (1933): 589.

4) ORBELL, L. A., und BRÜCKE, E. Th. v.: Pflüg. Arch. 133 (1910): 341.

5) BOSE, J. C.: Plant response, London (1906).

6) MARSH, G.: Protoplasma 11 (1930): 497.

ヲ行ツテキル。

著者モひまはりノ**ヒボコチル**ニツイテソノ電位分布ノ測定ヲ行ヒ、明白ナル電氣の極性ノ存在ヲ報告シタガ¹⁾、更ニソノ電位ガ創傷ニヨツテ如何ナル影響ヲ受ケルカニツイテ二三實驗ヲ行ツタノデ簡單ニソノ結果ヲ述ベル。電位測定裝置ハ植物電氣生理研究室備附ノ真空管電位計²⁾ヲ使用シ、電極ハ小菅氏考案ノ前報ト全ク同一ノモノヲ用ヒタ。ナホ實驗ハ 20°C 前後ノ室溫デ弱イ散光中デ行ツタ。

材料ハ暗室内デ生育センメタ眞直ナル、長サ 3 cm ノひまはりノ**ヒボコチル**ヲハ形ノ鉢ニ植エタママ用ヒタ。コノ**ヒボコチル**ノ基部及ビ先端部即チ子葉ノスグ下方ノ部分ニ電極ヲ接觸センメ、コノ兩點間ノ電位差ヲ 5 分間測定スル。コノ電位差ノ大キサハ植物ノ個體ニヨリ、或ヒハ生育ノ時期、ソノ他ノ原因ニヨリ多少ノ變異ガ見ラレルガ、既報ノ如ク常ニ先端部ノ電位ハ基部ノ電位ヨリ高く、ソノ差ハ 30-50 ミリボルト程度デアツテ、普通コノ電位差ノ大キサハ時間的ニ殆ンド變化スルコト

第 1 圖 ひまはりノ**ヒボコチル**ノ生體電位ニ對スル創傷ノ影響。**ヒボコチル**ノ基部ニシテ創傷ヲ與ヘタモノ、基部ニ對スル先端部ノ電位變化。

ナク、大體一定シタ値ヲ持續シテキル。カクノ如キ**ヒボコチル**ノ基部ノ電極ガ接觸シテキル部分ノ表皮ニ硬質ガラスデ製シタル細針ヲ以ツテ創傷ヲ加ヘ、ソノ後ノ電位變化ヲ 30 分間ニ互ツテ 1 分毎ニ測定シ、コノ創傷ガ電位ニ如何ナル變化ヲ及ボスカヲ見ル。カカル實驗ノ一例ハ第 1 表、第 1 圖ニ示サレル。即チ最初基部ヨリモ先端部ガ 42 ミリボルト高イ電位ヲ示シタ**ヒボコチル**ノ基部ニ創傷ヲ與ヘルトコノ電位差ハ急激ニ増加シ、1 分後ニハ 97 ミリボルト、2 分後ニハ 105 ミリボルトヲ示シタ。コノ電位差ノ増加ハ基部電位ノ低下ニヨルモノデ、即チ加傷ニヨル 2 分後ノ基部電位

1) 木下三郎: Bot. Mag. Tokyo 53 (1939): 83

2) 木下三郎: Bot. Mag. Tokyo 54 (1940): 102.

第 1 表 ひまはりのヒポコチルノ生體電位ニ對スル創傷ノ影響

ヒポコチル先端部ト基部トノ間ノ電位差變化. (mV)

時 間 (分)		ヒポコチルノ基 部ニノミ創傷ヲ 與ヘタルモノ	ヒポコチルノ先端 部ニノミ創傷ヲ 與ヘタルモノ	ヒポコチルノ先端 部及ビ基部ニ創傷 ヲ與ヘタルモノ
創 傷 ヲ 與ヘル前	0	40.5	27.5	31.0
	1	40.5	33.0	39.5
	2	40.5	37.0	36.0
	3	42.0	37.0	39.5
	4	42.5	37.0	39.5
	5	42.0	37.0	33.0
創傷ヲ與 ヘタル後	6	97.0	-75.0	6.5
	7	105.0	-30.0	7.0
	8	85.0	-25.0	7.0
	9	82.5	-21.0	2.0
	10	85.5	-10.5	1.0
	11	85.5	- 4.0	3.5
	12	85.5	0.0	2.0
	13	85.0	3.0	6.0
	14	85.5	4.0	12.0
	15	76.5	6.5	13.5
	16	75.5	7.0	16.0
	17	67.5	15.0	18.0
	18	63.5	13.0	15.0
	19	60.5	22.0	15.5
	20	57.0	21.0	19.0
	21	54.0	25.5	22.0
	22	48.5	31.0	21.0
	23	45.0	27.5	22.0
	24	40.0	30.0	24.0
	25	37.0	33.0	21.5
	26	35.0	30.0	25.0
	27	27.5	34.0	25.5
	28	22.5	33.5	28.0
	29	21.0	34.0	31.0
	30	15.0	36.0	34.0
	31	12.5	33.5	28.5
	32	16.0	37.5	33.5
	33	28.5	34.0	28.5
	34	28.5	34.0	33.0
	35	25.5	34.5	31.0

ノ低下ハ 63 ミリボルトニ及ブ事ガ認めラレタ。而シテ 3 分以後ニナルト基部ノ電位ハ上昇ヲ始メ、加傷前ノ電位ニ恢復セントスル傾向ヲ示シ、20 分後ニハ大體最初ノ電位ニ達シタ。然シコノ場合ニハ基部ノ電位ハ更ニ上昇ヲ續ケ從ツテ基部ト先端部トノ電位差ハ加傷前ヨリモ減少スルニ至ツタ。ソノ後 30 分ニナルト基部ノ電位

ハ再び低下シ、從ツテ先端部ニ對スル電位差ハ加傷前ノソレニ近い値ヲ示シタ。カカル波動的反應ハ他ノ刺戟現象ニツイテモ屢々認めラレル事デアルガ、コノ場合ノ反應ガ如何ナル原因ニヨルモノデアルカ或ハ特別ナル意味ヲ有スルモノデアルカハ更ニ考究ヲ要スル。只上ノ結果ハ創傷ニヨツテ著シキ陰性變動ガ起コル事ヲ示シ、電位測定ニ當ツテ電極挿入ソノ他機械的刺戟ノ影響ニ注意スル必要ナル事ヲ示シ

第2圖 ヒポコチルノ先端部ニミ創傷ヲ
與ヘタモノノ電位變化

テキル。次ニコレト同様ナル實驗ヲヒポコチルノ先端部ニツイテ行ツタ。即チ第1表、第2圖ニ見ラレル如ク、先端部ノ電位ガ基部ノ電位ヨリモ約 37 ミリボルト高イヒポコチルノ先端ニ近ク電極ノ接觸サレタ部分ニ前ト同様ナ方法デ創傷ヲ與ヘタトコロ、1 分後ニ先端部ノ電位ハ 112 ミリボルト低下シタ。從ツテ先端部ノ電位ハ基部ヨリモ 75 ミリボルト低クナツタ。而シテコノ際ノ電位低下モ亦時間ト共ニ恢復シ、25 分後ニハ大體最初ノ電位分布状態ヲ示スニ至ツタ。

コノ兩實驗ニ於ケル電位低下ノ割合ヲ比較スルト、與ヘル機械的刺戟ノ大キサハ同一デアツテモ、ソノ結果トシテ生ズル陰性變動ノ大キサハ必ズシモ同一デナク、刺戟ヲ受ケル組織ノ状態ト密接ナル關

1) 渡邊篤, 小立正彦, 木下三郎: Bot. Mag. Tokyo, 51 (1937): 338; 53 (1939): 440.

ノト考ヘタ。然シ乍ラ若シ頭尾兩部ガ電極ノ挿入ニヨリ同様な創傷ノ影響ヲ受ケルモノナラバ兩部間ノ電位差ニハ何等ノ變化ヲモ生ジナイ筈デアリ、コレ等ノ點ニツイテハ猶ホ問題ガ殘サレテキタ。然シ前述ノ如ク創傷ニヨル影響ガ生體ノ各部分ニ於テ同ジデナク、電位ノ高イ部分ノ受ケル影響ガ大イナルモノデアルナラバ、變形菌ノ原形質體ノ場合ノ現象ハ容易ニ説明サレ、且ツコレ等ノ電位ガ生活現象ト緊密ナル關係ヲ有スルコトモ考ヘラレル。ヨツテコレヲ確メルタメニ更ニ次ノ實驗ヲ行ツタ。

若シ創傷ノ影響ガ生體各部ニツイテ同一デアルナラバ、同一ヒポコチルノ先端部及ビ基部ニ同時ニ創傷ヲ與ヘタ際ニハ兩部間ノ電位差ニハ何等ノ變化モ起リ得ナイ。然ルニ先端部及ビ基部間ノ最初ノ電位差 33 ミリボルトノヒポコチルノ先端部及基部ニ同時ニ同様ナル

創傷ヲ與ヘタル後ニ於ケル兩部間ノ電位差ノ變化ハ第 1 表及ビ第 3 圖ニ示サレル如クデアル。即チ基部ニ對スル先端部ノ電位ノ高サニヨツテ表ハスト加傷 1 分後ニハ 27 ミリボルトノ低下ヲ示シ、5 分後ニハ低下ハ 32 ミリボルトトナリ、先端部ト基部ノ電位ガ殆ンド等

第 3 圖 ヒポコチルノ先端部及ビ基部ニ創傷ヲ與ヘタモノノ電位變化。

シクナツタ。而シテソノ後徐々ニ恢復シコノ場合ニモ 25 分後ニハ大體最初ノ電位差ヲ示スニ至ル事が見ラレタ。

創傷ニヨル電位低下ノ程度ハ個體ニヨツテ多少ノ相違ガアリ、且ツ創傷ノ程度モ各實驗ニ於テ全ク同一デアルトハ考ヘラレナイ。從ツテコレ等ヨリ生ズル誤差ノタメニ各實驗ニツイテ得ラレタ數値ヲ直接比較スルコトハ困難デハアルガ、三ツノ實驗ニ於ケル電位低下ノ最大値ヲ比較スルト基部ニ創傷ヲ加ヘタ時ノ低下ハ 63 ミリボルト、先端部ニ創傷ヲ加ヘタ時ノ低下ハ 112 ミリボルトデアル。而シテ基部及ビ先端部ニ同時ニ創傷ヲ加ヘタ際ノ低下ヲ上ニ得タ値ヨリ計算スルト先端部ノ電位低下ノ値ハ 49 ミリボルトトナル。實測値 32 ミリボルトハコノ計算値ヨリ少々小デアアルガ大體一致スルモノト見做シ得ルト考ヘラレル。故ニ斯ル影響ガ更ニ大ナル時ハ兩部ニ同時ニ創傷ヲ加ヘタ場合ニ先端部ノ電位ガ基部ノ電位ヨリモ低クナリ、即チ普通ト反對ノ電位分布ヲ示ス事ガアリ得ル。

要スルニ以上ノ實驗ニ於テひまはりノヒポコチルニ於テモ創傷ニヨリ明カナル陰性變動が見ラレルガ、コノ電位低下ハ生體各部ニ於テ均一デナク、電位ノ高イ部分ノ受ケル影響ハ電位ノ低イ部分ノ受ケル影響ヨリモ著シク大ナルコトガ示サレタ。而シテコノ程度ノ創傷ノ影響ハ 30 分以上經過スルト大體消滅シ、最初ノ電位

分布状態ヲ恢復スル。コノ事實ハ電位測定ノ際ニ於テ電極挿入等ニヨル創傷ノ影響ニ對シ如何ナル注意ヲ必要トスルカヲ示シテキル。又電極ヲ表皮面ニ接觸セシメテ測定シタ電位ガ表皮ヲ除去シ、一定時間後ニ測定シタ電位ト等シクナルトイフ事實ハ表皮面測定ニヨツテ得ラレタ電位分布ガ即チ生體内部ノ電位分布ト同一デアルコトヲ示スモノト思ハレル。然シコレ等ノ點ニツイテハ更ニ研究ヲ必要トシ、今後ノ報告ニ讓ル。

本研究ハ恩師柴田桂太博士ノ御懇篤ナル御指導ト澁澤元治博士ノ多大ナル御援助ノ下ニ行ハレツツアル植物電氣生理研究ノ一部デアル。茲ニ兩先生ニ篤ク感謝ノ意ヲ表スル。尙種々御配慮ヲ賜ハレル中野治房先生ニ深く感謝スル。

東京帝國大學理學部植物學教室

Résumé.

Es wurde in dieser Arbeit der Versuch gemacht, den Einfluss der Verwundung der Epidermis auf die Potentialverteilung am Hypocotyl von *Helianthus annuus* näher zu untersuchen, und gefunden, dass die Stichwunde mit einer Glasnadel eine deutliche negative Schwankung verursacht, wie in anderen Fällen bekannt. Aber die Grösse dieser negativen Schwankung ist nicht gleich bei allen Teilen des Hypocotyls; die Potentialerniedrigung durch Verwundung ist viel grösser an der Spitzenregion (Fig. 2) als an der Basis (Fig. 1). Wenn die Basis und die Spitze des Hypocotyls gleichzeitig verletzt werden, verringert sich die Potentialdifferenz zwischen Spitze und Basis dementsprechend erheblich (Fig. 3). Dieser Einfluss der Verwundung auf die Potentialverteilung am Hypocotyl verschwindet gewöhnlich nach 30 Minuten.