Résumé.

From the external characters, the study being stressed on length, width, weight, color shades, and forms, ergots may be divided into several groups. The grouping, as a whole, seems to coincide with the natural affinity of the host plants, although a further study remains in certain group.

In Poaeoideae-Hordeae, the ergots of *Secale cereale*, *Agropyron semicostatum*, and *Elymus dahuricus* are similar each other, but the ergot of *E. mollis* is distinct from the group.

In Poaeoideae-Festuceae, the ergot of *Festuca rubra* is apparently classified in the *Secale*-group, and the ergots of three species of *Phragmites* are quite different from it, forming another group.

Calamagrostis Epigeios var. *densiflora*, only one plant belonging to Agrostoidae-Agrostidae, has very small sized ergot which will be distinguishable from other groups.

The ergot of *Zoysia japonica* (*Claviceps yanagawaensis* TOGASHI) in Panicoideae-Zoysieae is distinctly different from others in many respects.

In Panicoideae-Andropogoneae, the ergot of *Spodiopogon sibiricus* shows characteristics unconformable to any of the groups. The ergots of two species of *Miscanthus* form a distinct group.

根ニ於ケル生長素ノ問題ニ就テ¹⁾

長 尾 昌 之

NAGAO, MASAYUKI: On the problem of auxins in roots.

Received December 8, 1941.

根ニ於ケル生長素ノ問題ニ就キ最近二三年間²⁾ニ發表サレタ仕事ト共ニ 自分ノ行ツタ二三ノ實驗ニツキ述ベル。コヽニイフ生長素ハ所謂オーキシンノミニ限リ、ヴィタミン類等ニハ觸レナイ。

1. 根ニ於ケル生長素ノ形成及ビ移動

擴散法ト抽出法ノ比較ニヨリ THIMANN ('34) ハ生長素ノ根端蓄積說ヲ支持シ、NAGAO ('36), BOYSEN JENSEN ('36), RAALTE ('36, '37) ハ形成說ヲ支持スル。ソノ後

1) 第4回植物生理學談話會ニ於ケル講演。

2) ソレ以前ノモノニ就テハ長尾 ('39): 根ノ生長ニ關スル二三ノ問題 [2], 植物及動物, 7, 1883. 參照。

コノ問題ニツキ OVERBEEK ('39 a) ノ實驗ガアル。ソレニヨルトゑんどうノ根端 3-4 mm ヲ切取り擴散法デ生長素ヲ調べルト 6-9 時間デ生長素ハ見ラレナクナルガ、ソノ根端ヲ更ニエーテルデ抽出スルト更ニ生長素ガ得ラレル。コノ兩者ノ合計ハ最初カラ抽出法ニヨリ根端ヨリ得ラレル生長素量ト略等シイ。彼ハコノ結果カラ、コノ場合ノ生長素ハ根端ヲ切取ツタ時既ニ存在シテキタモノデ、切取ツテカラ形成サレタモノデハナイトイフ。シカシ切離サナイ根デ同様ニ生長素形成ガ起ラナイトハ斷言出來ナイトイフ。

根端ヲ切離シテ無菌狀態デ培養スルト、ソノ根端ハ生長素ヲ形成スルコトハ NAGAO ('37, '38), GUTTENBERG & SEGELITZ ('38), SEGELITZ ('38), OVERBEEK & BONNER ('38) ノ實驗カラ略確デアルト考ヘラレルガ OVERBEEK ('39 b) ノ實驗ハ之ヲ確證シテキル。

即根端ヲ培養シテ 1 週間毎ニソノ先端 1 cm ダケヲ切取ツテ之ヲ新シイ培養基ニ移シテ培養ヲ續ケ、基部ハ生長素ノ調査ニ用ヒタ處、20 週ノ合計デ $2043 \times 10^{-6}\gamma$ ノインドール醋酸ニ相當スル生長素ガ得ラレタ。之ニ

第 1 圖 截頭後、切株先端部ノ生長素量ノ變化。

對シ最初ノ根端ニアル生長素量ハ $232 \times 10^{-6}\gamma$ ニ相當スル。又 34 週目ノ培養ヲ SOXHLET ノ裝置デ抽出スルト $1000 \times 10^{-6}\gamma$ ニ相當スル量ガ得ラレタ。コノ結果カラ培養中ニ根ニ生長素ガツクラレルコトハ確デアル。之ハ培養液ヨリ合成サレルカ、又ハ最初ノ根端ニアツタ生長素前體ガ培養中順次傳ヘラレ、ソレガ次第ニ活性化サレルカ、又ハコノ兩者共起ルカ何レカデアルト結論シテキル。

次ニゑんどうノ芽生ノ根ニ於ケル生長素ノ形成移動ニ關シ自分ノ行ツタ二三ノ實驗ニツキ述ベル。

根長 3-4 cm ノ根ノ先端 2 mm ヲ除イタ後、次ノ 3 mm ノ部分ノ生長素ヲ擴散法ニヨリ調べル。第 1 表ニ示ス様ニ基部切口ヲ寒天ニ接シタ場合、切取ツテカラ 3 時間以上經過シタモノノ生長素ハ非常ニ減小スル。先端部切口ヲ寒天ニ接シタ場合ニハ生長素ガ僅カシカ證明サレナイコトカラ生長素ノ移動ニ極性ノアルコトモ分ル。又先端ヨリ 2-7 mm ノ間ノ 5 mm ノ部分ヲ切取り、濕シタ濾紙上ニ夫々 0, 3, 5 時間オイタ後ソノ先端部 3 mm ノ生長素ヲ擴散法デ調べル (擴散時間 1.5 時間) ト燕麥ノ屈曲ハ夫々 $44.4^\circ, -0.6^\circ, -1.2^\circ$ デアル。以上ノ結果カラ見ルト切取ツテカラ 3 時間後ニハ根ノ上記ノ部分ノ生長素ハ相當減小スルコトガ分ル。

次ニ截頭後ノ時間ト共ニ切株先端部ノ生長素ノ量ガ如何ニ變化スルカラ見ル。2 mm 截頭、種々ノ時間後切株ノ先端 3 mm ノ部分ヨリ擴散法ニヨリ得ラレル生長素

ノ量ヲ測ル。第1圖ニ示ス様ニ1.5時間後ノ所ニ谷ガアリ、3時間後ハヤ、増シ、ソノ後次第ニ減小、1日後ニハナクナル。

上ノ兩實驗ヲ比較スルニ、根ノ先端ヨリ2-5mmノ間ノ3mmノ部分ヨリ得ラルル生長素ハ、コノ部分ヲ切離シテシマフト切離サナイ場合ニ較ベテ遙ニ早く減小スル。之ハ後者デハ1)生長素ガ上部ヨリ運バレルカラカ2)先端部デ生長素ガツクラレル(又ハ活性化サレル)カラカ3)生長素ノ不活性化又ハ破壊ガ少イカラカ等ノ原因ガ考ヘラレル。シカシ切株先端部ノ生長素ハ次第ニ減小スルコトカラ見レバ1)ノ可能性ハ少ク、2)ニヨレバ第1圖ノ説明ハ比較ノ容易デアル。即生長素ノ形成(又ハ活性化)ガ根ノ最先端部ニ起ルトスレバ、截頭ニヨリ生長素ハ減小、ソノ後生理的先端ガ再生サレテ生長素ハヤ、増スガ年齢ノ進ムニ從ヒ次第ニ生長素形成能力ガ衰ヘルトイフ様ニ説明サレル。又生長素形成(又ハ活性化)ガ根ノ最先端ニ限ラレズ、ソレニ續ク若イ細胞ニモ可能デアルトスレバ圖ニ示サレル谷ハ傷害ノ影響トシテ説明サレル。シカシ先端部生長素ノ由來ニツキ更ニ手ガカリヲ得ル爲ニ次ノ實驗ヲヤル。

第2圖 截頭1cm, 培養1週間。

根長2-3cm(子葉ノスグ下カラ測ル)ノ芽生ノ上胚軸ヲ切去リ。ソノ切口ニ2%ノヘテロオーキシシンヲ含ムヲノリン-バステヲツケタ時ノ影響ヲ見ル。コントロールニハ何モ含マナイヲノリン-バステヲ用フ。初メニ根ノ伸長ニ對スル影響ヲ見ル爲水平顯微鏡ニヨリ測定ヲヤル。第2表ニ見ラレル様ニ處理後1時間デハ影響ガ現レナイガ、次ノ1時間ニハヘテロオーキシシン處理ノモノハコントロールノ約

1/3シカ伸ビナイ。ソノ後數時間ノ伸長ハ極メテ僅デアルガ後次第ニ恢復スル。ヘテロオーキシシン處理後5,6時間目頃ヨリ根ニ膨ミガ現レ初メル(膨ム場所ハ先端ヨリ約3mmノ所ガ中心)。

上ノ様ニ伸長抑制ノ起ツテキル根ノ先端2mmヨリ擴散法ニヨリ得ラルル生長素ハ第3表ニ見ラレル様ニコントロールニ比シテ多イ。

次ニハ前述ノ様ニ處理シタ芽生ノ根端2mmヲ取去リ、切株ノ切口ニ寒天片ヲツケテ得ラルル生長素ヲ見ルニ、コノ場合モ矢張ヘテロオーキシシン處理ノモノニ多クノ生長素ガ見ラレルコトハ第4表ニ示ス通りデアル。

上ノ結果ハ上部ニ與ヘラレタヘテロオーキシシンガ根ニ運バレタ爲ト見ルノガ最も考易イ見方デアル。シカシ芽生ノ年齢ガ進ムト上カラ與ヘタヘテロオーキシシンハ根ニ傳ハリ難クナル様デアルガ之ニ關スル實驗ハ繼續中デ未ダ數字的ニハツキリ云ヘ

ナイ。GORTER ('32) ニヨレバ 6-7 cm ノとうもろこしノ根ノ基部ハ殆生長素ヲ傳ヘナイトイフ。又 STEWART ('40) ハ年齢 7 日ノいんげんまめノ第一節間ニナフタレン醋酸ヲ與ヘタ後、根ノ先端ヲ除キ、切株切口ニ寒天片ヲツケテ 2 時間後ノ生長素ヲ調べテキルガ、生長素處理ノモノニモコントロールニモ生長素ハ見出サレナイトイフ。ソノ他外部カラ與ヘタ生長素ノ傳達ニ關スル實驗ハ多數行ハレテキルガ、ソノ結果ニヨレバ兩方向ニ傳ハリ得ルガ先端部→基部ノ方向ニ遙ニ容易ニ傳ハル様デアル。

第 4 表デ注目スベキコトハ何モ含マヌヲノリソーバステ處理ノモノニ相當量ノ生長素ノ見ラレコトデアル。之ハ一見、生長素ノ根端蓄積說ノ證明ニナル様デアルガ、必シモソウデナイコトハ次ノ諸實驗デ分ル。

根ノ生長帶ニ於テ生長素ノ移動ニ極性ガアルコトハそらまめニ於テ既ニ見ラレタ所デアリ (NAGAO '36) あんどうニ於テモ第 1 表カラモ窺ヘルガ念ノ爲更ニ實驗ヲ繰返ス。長サ 2-3 cm ノ根ノ先端ヨリ 2-4 mm 間ノ 2 mm ノ部分ヲ用ヒ、寒天片ニ基部切口ヲ接シタ場合ト先端部切口ヲ接シタ場合トヲ比較スル。

第 5 表ニ示ス様ニ生長素ノ移動ニ極性ガアリ先端部→基部ノ方向ニ動キ易イコトガ確メラレタ。

次ニ截頭ノ長サヲ種々變ヘタ場合、切株ノ切口ニ寒天片ヲツケテ得ラレル生長素ヲ比較スルニ、寒天片ヲ根ノ先端部ニツケタ場合ニ多クトレル (第 6 表)。之ハ根ノ各部ノ生長素ヲ擴散法ニヨリ調べルト、ソノ量ハ先端ヨリ基部ニ向ツテ次第ニ減小スル (BOYSEN JENSEN '33) トイフ事實ト平行ノ關係ニアル。又 2 mm 截頭後 17.5 時間ノモノノ切株先端部 2 mm カラハ擴散法ニヨリ生長素ハ得ラレズ、コノ時切株切口ニ寒天片ヲツケテモ生長素ハ得ラレナイ。シカシ同年齡ノ芽生ノ根端 2 mm 截頭後、切株切口ニ寒天片ヲツケルト生長素ハ得ラレル (擴散時間ハ何レモ 2 時間)。

根ノ生長素ヲ擴散法デトルニハ葡萄糖寒天ヲ用ヒルガ (BOYSEN JENSEN '33)、切株切口ヨリ得ラレル生長素モ葡萄糖ヲ加ヘタ寒天ヲ用ヒル方ガ寒天ノミノ場合ヨリモ多イ (第 7 表)。

以上ノ諸實驗ハ、截頭シタ根ノ切株切口ニ寒天片ヲツケテ得ラレル生長素ノ量ハソノ部分ニ存在スル生長素ノ量ノ多少ガ關係スルコトヲ示スニ止リ、生長素ガ上部カラ運バレルトイフ證明ヲ與ヘルモノデハナイ。移動ノ極性カラ見テ、生長素ハ先端デツクラレ (又ハ活性化サレ) 基部ニ向フモノデ、截頭根ノ切株切口ヨリ得ラレル生長素モ先端部ニ由來スルモノト考ヘラレル。

第 3 圖 根ノ分布 (培養 17 日、断片 13 ノ平均)

次ニ生長素移動ノ極性ノ原因ニツイテノ問題デアルガ AMLONG ('39) ハそらまめノ根デ先端部ト基部ノ電位差ヲ見ルニ、先端部ハ基部ニ對シ外側デハ + (11.86 mV)、内側デハ - (24.86 mV) デアルトイフ。又彼ハ生長素ノ移動ト電位差ノ關係ニツキモデル實驗ヲ行ヒ、之マデ二三ノ人ニヨリ見ラレタ結果ヲモ参照シテ、兩者ノ間ノ密接ナ關係ヲ認メテキルガ、マダ確實ナ結論ハ得ラレテキナイ。

截頭後 1 日タツト切株ノ生長素ハ擴散法ニヨリ證明サレナクナルガ、抽出法ニヨレバ 2 日後ノモノモ生長素ハ見ラレル。コノ事ハ SYRE ('38) モ見テ居リ、截頭後 60 時間以上タツテモ生長素ノ量ハ最初ト變ラナイトイフ。シカシ BOYSEN JENSEN ('36) ニヨレバ截頭後 19 時間デ先端 4 mm ノ生長素ハ 1/5-1/10 ニ減ルトイフ。

第 4 圖 根ノ分布 (培養 10 日、斷片 12 ノ平均)。

(自分ノ實驗デモ減ル様デアル。) 根ニ於ケル結合型生長素及ビ生長素前體¹⁾ノ由來ソノ他ノ詳シイ事ハマダ分ツテキナイ。又之等ト移動型生長素トノ關係モ不明デアル。

種子中ニハ生長素又ハソノ前體ガ存在スルコトハ前カラ知ラレテキルガ、最近 HAAGEN-SMIT, LEECH & BERGEN ('41)ハとうもろこしノ粉カラ多

量ノインドール醋酸及ビ少量ノシュドオーキシシン a (pseudo-auxin-a) ノ結晶ヲ得タ。粉中デハ前者ハ大部分結合型 (ソノマ、デハ不活性、加水分解ニヨリ活性化) ニテ、後者ハオーキシシン a トシテ存在スルト考ヘテキル。²⁾ 從來根ノ生長素ハオーキシシン a (又ハ、a 又ハ b) ト考ヘラレテキルガ、上ノ結果カラ見ルトヘテロオーキシ

1) 通常、擴散法デトレルモノヲ移動型生長素 (free moving auxin)、抽出法ニヨラネバトレナイモノヲ結合型生長素 (bound auxin) トイフ。OVERBEEK ('41) ハ燕麥子葉鞘ニ於ケル實驗デ、擴散法ニヨリ生長素ガトレルノハ新シクツクラレタ生長素分子ガ前カラアルモノヲ押出ス爲デ、生長素形成ガ止レバ前カラアル生長素ハ體中ニ殘ル、之ガ結合型生長素デアルトイフ考方ヲシテキル。THIMANN & SKOOG ('40) ニヨルト植物ノ組織ニヨツテハ長期間ニワタリ何回モ溶媒ヲ變ヘテ抽出シナイト完全ニ生長素抽出ガ出來ナイモノガアルトイフ。(燕麥ノ根デハ 3 ヶ月以上ヲ要ス。) 之ハ生長素ガ蛋白質ト結合シテ複合體ヲツクツテキルカラダトイフ。彼等ハ之ヲ結合型 (bound form) トイヒ、抽出シ得ルモノヲ遊離型 (free form) トイフ。ソノマ、デハ生長素トシテノ作用ヲ示サナイガ容易ニ作用アル物質ニ變リ得ルモノヲ普通生長素前體 (auxin precursor) ト呼ブ。OVERBEEK ('39 b) ハゑんどろノ根ノ抽出ノ際、エーテルニ浸シテオクヨリハ SOXHLET 裝置ニヨルガが多クノ生長素ガ得ラレルコトヲ見テキルガ、之ハ抽出中ニモ生長素前體→生長素トイフ變化ガ起ル爲ダトイフ。

2) コノ問題ニツイテハ尚 AVERY, BERGER & SHALUCHA ('41) 参照

ンニ關スル吟味ヲ今少シ必要トスル。シカシ Voss ('39) ニヨルトとうもろこしノ胚ノ培養デハ、ソノ種子ヨリ得タ生長素ヲ與ヘナイト發育ガ悪ク、之ハヘテロオーキシシデ代用出來ナイトイフ。

2. 根ノ伸長生長ト生長素

生長素ハ通常、根ノ伸長生長ニ對シ抑制的ニ作用スルガ、之ハ根ガ生長素ニ對シ非常ニ敏感デアルカラダト考ヘラレテキル。適當ナ條件ノ下デハ、低イ濃度ノ生長素ガ根ノ伸長ヲ促進スルコトハ多クノ人ニ見ラレテキル。

生長素ノ抑制作用ガ生長素特有ノモノデ、普通ノ有毒物質ノ作用ト同ジデナイコトハソノ作用濃度ノ比較ニヨリ (LANE '36), 又各種生長素ノ地上部ノ生長促進作用ト根ノ生長抑制作用ノ平行性 (BONNER & KOEPFLI '39) カラ考ヘラレルガ、更ニ Voss ('39) ニヨルトとうもろこしノ胚乳及ビ盤狀體カラ子葉鞘、中莖ノ伸長ヲ抑ヘル生長抑制物質ガトレルガ、之ハ細胞

ノ生長素ニ對スル反應ヲ減ズルモノデ、根ニ對シテハソノ伸長ヲ促進又ハ可能ナラシメルトイフ。

COMMONER & THIMANN ('41) ニヨルト燕麥ノ子葉鞘ニ於テ生長素ハ呼吸過程ノ中 4 炭素ノ 2 カルボキシル酸系ニ關係シテ居リ、生長ハコノ系ノ呼吸活動ニ左右セラレル。之等ノ酸ノ鹽類ハ生長ニ對スル生長素ノ影響ヲ

強メ、ヨード醋酸ハコノ系ニ抑制的ニ作用シ生長ヲ抑ヘルトイフ。ALBAUM & COMMONER ('41) ハ之ガ根ノ生長ト生長素ノ關係ニモアテハマルトイフ。即生長素ノ影響ハフマル酸鹽類ニヨリ増シ (即根ノ生長ハ抑制サレル)、ヨード醋酸デ減ル (即根ノ生長ハ促進サレル)。

地上部ノ器官ニ於テ生長素ハ細胞膜ノ伸展性ヲ増スコトガ知ラレテキルガ、AMLONG ('39) ハ根ニ於テモ之ヲ見テキル。即截頭後 3 時間タツタそらまめノ根ニ種々ノ濃度ノ生長素ヲ作用サセルト根ノ生長ハ最適曲線ヲ描クガ、同時ニ細胞膜ノ伸展性ヲ測ルト生長ノ曲線ト平行シタ曲線ガ得ラレル。(シカシ伸展性ノ方ハ生長抑制ヲ起ス様ナ濃度デモコントロールヨリ増シテキル濃クナルト共ニ最適ヨリハ減ルガーコノ點ノ説明ハマダ不十分デアル)。

以上ノ結果ハ生長素ノ根ニ對スル作用ガ地上部ニ對スル作用ト本質的ニ異ラナイコトヲ示ス。

第5圖 ヘテロオーキシシ處理ノ断片ニ於ケル根ノ布分
各區左側ガ先端部 (培養 16 日、断片 16 ノ平均)

3. 根ノ屈動現象ト生長素

根ノ屈地性運動ハ根ノ上下兩側ニ於ケル生長素ノ不等分布ニヨリ説明サレル様デアル。次ニ屈光性運動ト生長素ノ關係ヲ見ルニ、根ニ於テハ屈光性運動自體ノコトガマダハツキリシテキナイ様デアルガ、NAUNDORF ('40) ハひまはりノ根ノ負ノ屈光性ト生長素ノ關係ヲ見テキル。ソレニヨルト光ヲアテルト光側ノ生長素ヲ増ス（蔭側ノ量ハ不變、即地上部器官デ考ヘラレテキル様ナ生長素ノ配分ノ變化ガ起ルノデ

第 6 圖 ヘテロオーキシシン處理ノ斷片。培養 16 日、處理濃度： a) 0, b) $10^{-5}\%$, c) $10^{-4}\%$, d) $10^{-3}\%$, e) $10^{-2}\%$ 。

ハナイ)。ひまはりノ根ニ含マレテキル生長素ハ最適ノ生長ヲ起ス量ヨリ少イ。故ニ光側ハ生長素ノ増加ニヨリ生長ヲ増シ負ノ屈曲ヲ起ストイフ。シカシコノ結果ガ他ノ植物ノ根ニモアテハマルカ否カハ今後ノ問題デアル。又ひまはりノ根ノ負ノ屈光性ガ上ノ様ニ説明サレルトスレバ、正ノ屈地性運動ト生長素ノ關係ガ又問題ニナル。

自分ノ實驗デひまはり、ゑんどうノ根ノ先端 2 mm ヨリ擴散法デ生長素ヲトル際、明處（曇天、北側窓際）ト暗處トデ得ラレルモノヲ比較スルニ光ニヨル生長素ノ増加ハ見ラレナカツタ。シカシ之ハ屈光性運動ノ實驗ト平行シテ行ツタモノデモナク、光ノ強サモ測定シテキナイノデ、之ヲ以テ直ニ NAUNDORF ノ結果ヲ批判出來ナイガ參考マデニ述ベタ。

4. 根ノ形成ト生長素

生長素ガ根ノ形成ヲ促スコトハヨク知ラレタコトデアリ、應用上ノ價值モアルノデ、地上部器官ノ發根ト生長素ノ關係ニツイテノ研究ハ非常ニ多イ。挿木ノ根ガソノ基部ニノミ生ズルノハ生長素ノ移動ニ極性ガアリ、基部ニ向ツテ運バレル結果デアルト考ヘラレテキル。又たんぽぽ等ノ根ノ再生實驗デ芽ト根ノ再生ニ極性ノアルノモ同様ニ説明サレテキル。芽生ノ根ニ於テモ生長素處理ニヨリ側根形成ノ増スコトハ多クノ人ニ見ラレテキル。

自分ハゑんどうノ芽生ノ根ノ各部ヲ無菌的ニ培養シタ所、根ノ形成ニ極性ノアル

コトが見ラレタノデ、之ト生長素ノ關係ヲ見ル爲ニ二三ノ實驗ヲ行ツタ。培養法ハ根端培養ノ時ト同様 (NAGAO '37, '38)。生ジタ根ハ伸出シタモノダケデナク、原基ノ數モ數ヘタ。(根ノ原基ハ材料ヲ飽水クロラルノ濃溶液ニ浸シテ透明化シ $\times 8$ ノ蟲眼鏡デ見得ルモノヲ數ヘル)。

截頭根ノ培養： 根長 5 cm 前後ノ芽生カラ根全部ヲ切離シ、2 mm 又ハ 1 cm 截頭後培養スルトソノ基部ト先端部ノミニ根ガ伸出ス¹⁾ (第2圖)。根ハ基部ノモノカラ伸出シ初メルガソノ伸長ハヤガテ止リ、結局先端部ノ根ノ方が長クナル (第8表)。

各部培養ノ比較： 約 5 cm ノ根ノ先端 2 mm 除去後 1 cm ツツノ 5 部分 (先端ヨリ I→V トスル、最基部 V ノ長サハ 0.5-1 cm) ニ分ケテ培養、17 日後ノ根數ヲ第3圖ニ示ス。斷片 I デハ大多數ノ根ハ先端部ニ生ズル。コノ極性ハ基部ノ斷片程不明ニナル。伸出シタ根ノミニツイテ見レバ極性ハモツト明デアル。第9表ニヨレバ根數ハ基部ノ斷片程多イ。根長ハ前ノ實驗 (截頭根全體ノ培養) デハ基部ニ生ジタモノヨリモ先端部ノモノノ方が長クナルガ、之ヲ分割シテ培養スルト各斷片間ニハ上述ノ關係が見ラレナクナル。シカシ第10表ニ示ス通り IV, V ノ様ニ斷片ノ全體ニワタリ根ノ伸出ス場合ニハ各斷片ニツイテ見レバ前實驗ト同ジク斷片ノ先端部ニ生ジタ根ガ長ク伸ビル。コノ様ニーツノ斷片ニ生ジタ根ノ中ノ先端部ノモノガ長クナルノハ、根ノ伸長ニ必要ナ要素ガ先端部ヘ移行スル爲ト考ヘラレル。

上ノ2實驗ヲモツトハツキリ比較スル爲ニ 5-6 cm ノ根ヲ 2 mm 截頭後次ノ 3 cm ラトリ、(A) ソノママ又ハ (B) 3 分シテ培養スル (A 區ハ1試験管ニ1根、B 區ハ1試験管ニ3斷片ヲ一緒ニ培養)。第4圖ニ見ラレル様ニ根ノ形成ハ各斷片ノ先端部ニ特ニ多イ。先端部以外ヲ較べルト各斷片ノ基部ニ行ク程多イ。即根ノ形成ハ斷片ノ先端部ト基部ニ起リ易イ。

第7圖 ヘテロオーキシン處理ト發根。(斷片16ノ平均)

芽生ノ切離サナイ根デハ側根形成ハ基部ヨリ先端部ニ及ブコトカラ見テ、根ノ斷片ノ基部ニ根ガ出來易イノハ材料根ニ既ニ存在シテキタ極性ニヨルモノト考ヘラレル。之ハB區ノ各斷片ト、之ニ相當スルA區ノ根ノ各部ニ於ケル根ノ分布ガ殆一致スルコトカラモ分ル (第4圖)。先端部ニ多クノ根ヲ生ズルコトハ切離シタ爲ニ新シイ極性ヲ生ジタコトヲ示ス。連續シタ2斷片ヲ比較スルト基部ノ斷片ノ先端部ニ生ジタ根ノ數ハ、ソレニ續ク先端部ノ斷片ノ基部ニ生ジタ根ノ數ヨリ常ニ多イ (第

1) 材料根ノ基部ニハ培養開始前既ニ根ガ出カ、ツテキル。培養後基部ニ伸出シタ根ハ大部分培養前ニツクラレタモノト考ヘラレル。

第 8 圖 ヘテロオーキシン處理ノ断片ニ於ケル根ノ分布. 各區左側が先端部

A) 先端部處理. B) 基部處理. (培養 6 日, 断片 9-11 ノ平均)

3 圖, 第 4 圖)。之ハ根ノ形ヲ必要ナ要素ガ断片ノ基部カラ先端部ヘ運バレルコトヲ示ス。更ニ, コノ要素ハ根ノ先端部ニ多ク存在スルコトハ, 断片ノ先端部ニ生ズル根ハ先端部断片ノ方ガ基部断片ニ於ケルヨリモ多イコトカラ考ヘラレル (第 3 圖, 第 4 圖)。切離サナイ根デハコノ要素ヲ上部 (多分子葉) ヨリ絶エズ供給サレルカラ

組織ノ年齢ニ從ヒ根ハ基部カラ先端部ニ向ツテツクラレル。根ノ断片ノ先端部以外ノ場所デハ基部ノ方ニ多クノ根ガツクラレルコト (第 4 圖) 及ビ各断片ノ根數ヲ較ベルト基部断片ノ方ガ先端部断片ヨリモ多イコト (第 9 表, 第 11 表) ハ同様ニ組織ノ年齢ヲ考ヘレバ説明サレル。

伸出シタ根ノミニツイテイヘバ, ソノ分布ハ完全ナ極性ヲ示ス (第 4 圖)。兩區ノ總根數, 總根長ハ大體等シイ (第 11 表)。之ハ兩者ガ根ノ形成及ビソノ伸長ニ必要ナ要素ヲ略等量モツコトヲ示ス。

ヘテロオーキシンノ影響: 上述ノ極性ヲ支配スル要素決定ノ一手段トシテヘテロオーキシン

第 9 圖 ヘテロオーキシン處理ノ断片.

上圖 先端部處理. 下圖 基部處理.

處理濃度: 左ヨリ 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 0%. 培養 6 日.

ノ影響ヲ見ル。5-6 cm ノ根ヲ 2 mm 截頭後、次ノ 1 cm ヲ取り 10^{-2} - $10^{-5}\%$ ノヘテロオーキシシンヲ含ム 1% ノ寒天上ニ 1 日横タヘタ後培養スル。根數、根長共ニヘテロオーキシシンノ濃度ト共ニ増ス(第 12 表)。コノ場合モ根ノ形成ノ極性ハ明デアル(第 5 圖)。又根ハ先端部ニノミ ($10^{-2}\%$ 處理ハ例外) 伸出ス(第 5, 6 圖)。第 7 圖ニ示ス様ニ發根ハヘテロオーキシシンニヨリ促進サレルガ濃イ場合ニハ最初抑ヘラレル。

第 10 圖 ヘテロオーキシシン處理ノ斷片ニ於ケル根ノ分布。各區左側が先端部。

A) 先端部處理。B) 基部處理 (培養 16 日, 斷片 8-10 ノ平均)

次ニヘテロオーキシシンヲ斷片ノ基部又ハ先端部ニ作用サセル。4-6 cm ノ根ヲ 5 mm 截頭, 次ノ 1.5 cm ヲ切取り 10^{-2} - $10^{-4}\%$ ヘテロオーキシシンヲ含ム寒天中ニ基部又ハ先端部約 3 mm ガ入ル様ニ直立サセ 1 日後培養。何レノ處理デモ影響ハ先端部ニ多クアラハレル¹⁾(第 13 表, 第 8 圖)。コノ場合モ第 8, 9 圖ニ見ラレル様ニ根ハ先端部ノミニ伸出ス。(シカシ濃イモノヲ基部ニ作用サセルト基, 中部ニモ伸出ス)。先端部處理ノ場合ハ濃イヘテロオーキシシンニヨリ最初發根ガ抑ヘラレルコトハ前ノ通りデアルガ, 基部處理デハコノ抑制ハ見ラレナカツタ。

10^{-5} , $10^{-6}\%$ ヘテロオーキシシンデ同様ノ實驗ヲ行ツタガ, 第 10 圖ニヨレバ $10^{-5}\%$ ノ基部處理ダケガ明ナ影響アル様デアル。シカシ第 11 圖ニ示ス様ニ基部處理ノ場

第 11 圖 ヘテロオーキシシン處理ト發根。

A) 先端部處理。B) 基部處理 (斷片 8-10 ノ平均)

1) 基部處理ト先端部處理ノコントロールヲ比較スルト, 前者ハ根數少ク, 又伸出ス根モ少イ(又ハ伸出方ガ遅イ [第 10 圖, 第 11 圖])。之ハ倒立ニヨル直接或ハ間接ノ影響ト考ヘラレルガ, 之ハ他日ノ問題トスル。

合及ビ 10⁻⁵% ノ先端部處理ノ場合ニ明ナ發根促進ガ見ラレル。

以上ヘテロオーキシン處理ノ實驗カラ見ルト、生長素ハ少クモ根ノ形成ヲ支配スル要素ノ1デアルト考ヘラレルガ、根ノ形成ノ極性ノ説明ニハ次ノ3通りガ考ヘラレル。1) 生長素(又ハソノ前體)ガ先端部ニ向ツテ移動スル。2) 生長素以外ノ物質ガ先端部ニ向ツテ移動スル。3) 上ノ兩者ガ共ニ起ル。從テ根ニ於ケル根ノ形成ノ極性ヲ支配スル要素ノ決定ニハ生長素ト共ニソレ以外ノ物質ノ研究ガ必要デアル。今生長素ノミニツイテ見レバ、生長素ノ移動ニ關シテ比較的ハツキリ分ツテキルコトハ前述ノ様ニ擴散法デ得ラレルモノガ生長帶ニ於テ先端カラ基部ニ動イテキルコトデアツテ、之デハ根ノ形成ノ極性ヲ説明スルコトハ出來ナイ。更ニ結合型生長素及ビ生長素前體ニ關スル研究ニ俟タネバナラナイ。

根ノ形成トソノ發育ガ共通ノ要素ニヨリ左右サレルカ否カハ不明デアルガ、ヘテロオーキシン處理ニヨリ、ツクラレル根ノ數ノミデナク伸出シタ根ノ數及ビ長サモ増スコトカラ見テ、生長素ハ根ノ形成ダケデナク、ソノ發育ニモ直接カ間接ニ關與スルモノト考ヘラレル。

終ニ臨ミ山口教授ノ御懇篤ナル御指導ニ對シ衷心感謝ノ意ヲ表スル。又本研究ニ補助ヲ與ヘラレタ日本學術振興會ニ深甚ノ謝意ヲ表スル。

東北帝國大學理學部生物學教室

引用文献

- ALBAUM, H. G. & COMMONER, B.: Biol. Bull., **80**, 314 ('41).
 AMLONG, H. U.: Jahrb. f. wiss. Bot., **88**, 421 ('39).
 AVERY, G. S., JR., BERGER, J. & SHALUCHA, B.: Amer. J. Bot., **28**, 596 ('41).
 BONNER, J. & KOEPFLI, J. B.: Amer. J. Bot., **26**, 557 ('39).
 BOYSEN JENSEN, P.: Planta, **19**, 345 ('33); Kgl. Danske Videnskab. Selskab. Biol. Medd., **13**, 1 ('36).
 COMMONER, B. & THIMANN, K. V.: J. Gen. Physiol., **24**, 279 ('41).
 GORTER, C. J.: Diss. Utrecht ('32).
 GUTTENBERG, H. VON & SEGELITZ, G.: Planta, **28**, 156 ('38).
 HAAGEN-SMIT, A. J., LEECH, W. D. & BERGEN, W. R.: Science, **93**, 624 ('41).
 LANE, R. H.: Amer. J. Bot., **23**, 532 ('36).
 NAGAO, M.: Sci. Rep. Tôhoku Imp. Univ., Biol., **10**, 721 ('36); Ibid., **12**, 191 ('37); Ibid., **13**, 221 ('38); Bot. & Zool. (植物及動物), **7**, 1883 ('39).
 NAUNDORF, G.: Planta, **30**, 639 ('40).
 OVERBEEK, J. VAN: Proc. Nat. Acad. Sci., **25**, 245 ('39 a); Bot. Gaz., **101**, 450 ('39 b); Amer. J. Bot., **28**, 1 ('41).
 OVERBEEK, J. VAN & BONNER, J.: Proc. Nat. Acad. Sci., **24**, 260 ('38).
 RAALTE, M. H. VAN: Proc. Roy. Acad. Amsterdam, **39**, 261 ('36); Rec. Trav. bot. néerl., **34**, 278 ('37).
 SEGELITZ, G.: Planta, **28**, 617 ('38).
 STEWART, W. S.: Bot. Gaz., **101**, 881 ('40).
 SYRE, H.: Zeitschr. f. Bot., **33**, 129 ('38).
 THIMANN, K. V.: J. Gen. Physiol., **18**, 23 ('34).
 THIMANN, K. V. & SKOOG, F.: Amer. J. Bot., **27**, 951 ('40).
 VOSS, H.: Planta, **30**, 252 ('39).

第 1 表 先端ヨリ 2-5mm 間ノ 3mm ノ部分ノ生長素

(寒天片¹⁾ハ 1.5 時間毎ニ新シイモノト取換ル)

實驗番號	切取ツテカラノ 時 間	寒天片 1 個上ニ ノセタ根數	燕麥子葉鞘ノ屈曲	" 1 寒天片上ニ 1 根ニ換算
1 基部切口ヲ 寒天片ニ接觸	0—1.5	1	20.3 ²⁾	>20.3
	1.5—3	1	19.5 ³⁾	≥19.5
	3—4.5	1	2.0	2.0
	4.5—6	1	0.6	0.6
3 基部切口ヲ 寒天片ニ接觸	0—1.5	1/2	18.3 ²⁾	>36.6
	1.5—3	1/2	19.2 ³⁾	≥38.4
	3—4.5	3	-0.3	-0.1
	4.5—6	3	-1.2	-0.4
2 先端部切口ヲ 寒天片ニ接觸	0—1.5	1	3.0	3.0
	1.5—3	1	-0.9	-0.9
	3—4.5	1	-1.2	-1.2
	4.5—6	1	-1.1	-1.1

¹⁾ 大サ 2×2×1mm, 1.5% 寒天, 10% 葡萄糖ヲ含ム。

(特ニ注意ナキ限り, 以下ノ實驗ニモ本實驗ト同様ノ寒天片ヲ用フ。)

²⁾ 極限角³⁾ 極限角†

第 2 表 上胚軸切口ノヘテロオーキシン處理ト根ノ伸長

實驗 番號	處 理	毎 時 間 ノ 伸 長 ¹⁾													
		處理前ノ 時間		處 理 後 ノ 時 間											
		2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
56	0-バステ	17.3	15.0	14.0	12.7	16.0	15.3	13.3	12.0						
	ヘテロオ ーキシ ン-バステ	18.0	12.3	13.3	4.7	1.7	0.7	3.3	5.3						
57	0-バステ		8.7	10.7	14.3	13.0	14.7	13.7	17.3	23.3	14.3	18.0			
	ヘテロオ ーキシ ン-バステ		11.3	12.0	5.3	1.0	0.7	1.7	2.3	3.7	4.0	5.0			
58	0-バステ		13.0	9.7	12.0	13.0	10.3	11.7	17.7	13.7	9.0	13.7			
	ヘテロオ ーキシ ン-バステ		10.5	11.0	8.5	1.5	3.0	3.5	6.0	4.5	4.0	7.5			
60	0-バステ			13.7	13.0	13.3	10.3	11.0	9.7	13.3	17.0	13.3	15.7	14.0	14.0
	ヘテロオ ーキシ ン-バステ			10.3	3.0	1.3	1.0	0	1.0	2.0	1.7	3.0	3.3	3.0	3.0

¹⁾ ミクロメーターノ目盛數 (1 目盛 0.047mm), 3 個體ノ平均 (實驗 58 ノヘテロオーキシン處理ノモノダケハ 2 個體ノ平均)

第 3 表 上胚軸切口ノヘテロオーキシン處理ト根端ノ生長素

實驗番號	處理時間	擴散時間	燕 麥 ノ 屈 曲	
			0-バステ	ヘテロオーキシン-バステ
59	3	1	1.8	8.4
64	3½	1.5	7.2	15.0
68	ca. 4	1.5	18.7 ¹⁾	17.7 ¹⁾

1) 極限角°

第 4 表 上胚軸切口ノヘテロオーキシン處理ト根ノ切株ヨリノ生長素

實驗番號	材料根長 (cm)	處理後寒 天接觸マ デノ時間	截頭ノ 長サ (mm)	寒天接觸 ノ時間	燕 麥 ノ 屈 曲	
					0-バステ	ヘテロオーキシン-バステ
69	±3	0	2	2.5	13.3	19.5
70	2-2.5	2.5	2	1	5.7	12.4
71	2-2.5	2.5	10	1	7.8	{ 正屈曲ノモノ 8個體 ¹⁾ (平均-7.6°) { 負 " 3 " (" 14.5°) { 屈曲ナシ 1 "

1) 先端デ急ニ正屈曲、基部ハヤ、負屈曲。正屈曲ハ供試濃度ノ高スギル爲カト考ヘラレルガ之ハナホ調査ヲ要スル。

第 5 表 生長素移動ノ極性

實驗番號	擴散時間	燕 麥 ノ 屈 曲	
		基部接觸	先端部接觸
73	1	12.3	7.1
82	1½	13.8	7.4
75	1	8.8 ¹⁾	2.2 ¹⁾

1) 角度測定時間 15-25 分遅レタ爲屈曲ハ小ナル。

第 6 表 截頭ノ長サノ異ル根ノ切株ヨリ得ラレル生長素ノ比較

實驗番號	材料根長 (cm)	寒天接觸ノ 時 間	燕 麥 ノ 屈 曲		
			截頭 2mm	截頭 1cm	子葉下 5mm ニテ截頭
83	2.5-3.5	1	10.1	—	7.6
84	2-3.5	1	11.4	—	2.1
89	4.5-6	2	3.1	-1.9	—
92	3.5-5	2	10.4	-0.8	—
93	4.5-5	2	7.5	-1.1	—
80	7-10	1.5	—	1.8	0.6

第7表 葡萄糖ノ影響
(2mm 截頭後切株切口ニ寒天片ヲ接觸)

實驗番號	寒天接觸ノ時間	燕麥ノ屈曲	
		葡萄糖寒天	純寒天
81	2	14.9	7.0
83	1	10.1	8.7
84	1	11.4	6.9

第8表 2mm 截頭後培養, 17日後ノ根長
(斷片14ノ平均, mm)

	1斷片當	1根當	最長根ノ平均
基部ノ根	63	13	21
先端部ノ根	118	37	48

第9表 17日後ノ根數及ビ根長 (斷片13ノ平均)

斷片	總根數 (10斷片當)	伸出シタ根ノ數 (10斷片當)	根長 (1斷片當, mm)	根長 (1根當, mm)
I	33	21	42	20
II	54	19	33	18
III	57	18	31	17
VI	65	34	53	16
V	51	43	98	23

第10表 17日後ノ根長 (斷片13ノ平均, mm)

		1斷片當	1根當	最長根ノ平均
斷片 V	基部ノ根	31	17	21
	中部ノ根	33	22	26
	先端部ノ根	35	32	37
斷片 IV	基部ノ根	15	10	15
	中部ノ根	7	17	24
	先端部ノ根	31	20	30

第11表 10日後ノ根數及ビ根長 (斷片12ノ平均)

		總根數 (10斷片當)	伸出シタ根ノ數 (10斷片當)	根長 (1斷片當, mm)	根長 (1根當, mm)
A 區	先端部	39	29	80	27
	中部	28	0	0	0
	基部	42	3	1	4
	計	108	32	81	—
B 區	斷片 I	26	18	34	20
	斷片 II	34	15	24	16
	斷片 III (先端部)	43	18	18	13
	基部			1	2
	計	103	50	77	—

第 12 表 ヘテロオーキシン處理ノ斷片ニ於ケル根數及ビ根長
(培養 16 日, 斷片 16 ノ平均)

ヘテロオーキシン濃度 (%)	總 根 數 (10 斷片當)	伸出シタ根ノ數 (10 斷片當)	根 長 (1 斷片當, mm)	根 長 (1 根當, mm)
10^{-2}	100	59	68	12
10^{-3}	49	29	55	19
10^{-4}	31	19	13	7
10^{-5}	21	13	13	10
0	—	10	7	7

第 13 表 先端部又ハ基部ヲヘテロオーキシンド處理シタ斷片ニ於ケル
根數 (コントロールニ對スル比) (培養 6 日, 9-11 斷片ノ平均)

ヘテロオーキシン濃度 (%)		10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	0
先端部處理	基 部 2/5	1.2	1.7	1.2	1
	中 部 2/5	5.3	1.5	1.0	1
	先端部 1/5	3.0	2.0	1.8	1
	計	3.0	1.8	1.4	1
基部處理	基 部 2/5	2.2	1.9	1.2	1
	中 部 2/5	3.1	1.4	1.7	1
	先端部 1/5	3.3	2.5	2.0	1
	計	2.7	2.0	1.5	1