Korean Jour. Botany
Vol. 17, No. 4, 163—170(1974)

식물생장소가 대두 엽육세포의 Cytolysome-like Organelle에 미치는 영향

金宇甲·朴萬奎·朴弘德
(고려대학교 이공대학 생물학과)

Influence of Plant Growth Substances on Cytolysome-like Organelles in the Mesophyll Cells of Soybean.

Kim, Woo-Kap, Man-Kyu Park, and Hong-Duok Park
(Department of Biology, Korea University, Seoul, Korea.)

ABSTRACT

Leaf tissue of *Glycine max* Merr. was fixed in para-formaldehyde-glutarldehyde and postfixed in osmium tetroxide or postassium permanganate for electron microscopy.

The origin of cytolysome-like organelles of mesophyll cell was studied and changes of fine structure of the organelles according to treating solutions such as gibberellin (GA), kinetin (KI), 2,4-dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D) or 2,4-D+GA (1mg/*l*, respectively) were observed.

The cytolysome-like organelles differentiate in endoplasmic reticulum and plasmalemma, and they drop into vacuoles being isolated from the formers. They seem to change into myelin-like structure and to be degenerated by autodigestion.

Cytolysome-like organelles involved in cell walls and vacuoles showed activity of acid phosphatase.

In the group of GA and KI treatment, cytolysome-like organelles were similar to that of the control group. But in the treatmental groups of 2,4-D and 2,4-D +GA, myelin-like structures increased in size and autodigestion of this organelles were similar to that of the control group. But in the treatmental groups of 2,4-D and 2,4-D+GA, myelin-like structures increased in size and autodigestion of this organelle seemed to be accelerated.

In the treatmental group of 2,4-D+GA, myelin-like structures shown high electron density were observed in cytoplasm and vacuoles together.

서 론

Cytolysome-like organelle은 세포막과 원형질막 사이에 융기된 소포의 집단, 또는 세포질내와 액포내로 확장된 단위막으로 둘러싸인 소포 내지 다층 판상구조물의 집단으로서 개체발생적으로 원형질막과 밀접한 관련성이 있다는 것으로 보고 되고 있다(Walker and Bisalputra, 1967; Marchant and Robards, 1968). 이것은 lomasomes (Moore and McAlear, 1961), boundary formation (Esau *et al.*, 1966), plasmalemmasomes (Halperin and Jensen, 1967), paramural body (Marchant and Robards, 1968) 및 multive-

sicular body(Halperin *et al.*, 1967; Fowke *et al.*, 1969)등 연구자들의 견해에 따라 각각 달리 명명되고 있다.

원형질막 또는 세포질의 영역에서 분리되는 상기구조는 동물세포(Matsuura *et al.*, 1968; Helminen and Ericsson, 1968; Ericsson, 1969a, b.) 및 식물세포(Villiers 1967; Thornton, 1968; Buvat, 1968; Matile, 1968, 1969; Mesquita, 1969, 1972)에서 각각 기술되었는데, Buvat(1968), Coulomb and Buvat(1968) 및 Coulomb(1968)등은 식물의 분열조직세포에서 세포질의 분리체(cytosegresome)가 구조적인 면에서 자식성 액포(autophagic vacuole)와 유사함을 관찰하였다.

최근 Mesquita(1972)는 양파와 루우핀의 근단분열조직세포에서 세포질의 잔해를 가진 액포가 있는데, 이것은 *paramural body* 및 세포질 분리체에서 유래된 것으로 보고 액포형성과 관련된 이들 구조를 동물세포(Novikoff, 1963)에서 취급된 cytolysome과 동일한 것이라고 하였다.

식물세포의 cytolysome-like organelle은 식물세포의 액포형성(Mesquita, 1969, 1972) 또는 세포막 생장과정에서 막물질의 침전(Cronshaw 1965; Esau *et al.*, 1966; Halperin and Jensen 1967; Walker and Bisalputra 1967; Marchant and Robards, 1968)과 관련성이 있다는 등, 그 기능에 대하여 아직까지 별로 알려져 있지 않다.

식물의 분화과정에 있는 정상세포에서 뿐만 아니라, virus에 감염된 세포에서는 parmural body(cytolysome-like organelle)와 virus 감염과 밀접한 관계가 있고 (Kim and Fulton 1973), Fowke and Setterfield(1969)는 뚝감자의 괴경에 2,4-D, kinetin, 2,4-D+kinetin을 처리하여 multivesicular body의 미세구조 변화에 관하여 연구된 바 있다. 이는 주로 세포막의 생장과 세포막 및 원형질에서 형성된 multivesicular body간의 관계를 규명하였으므로, 저자는 multivesicular body와 세포질분리로 형성되는 cytolysome-like organelle과를 관련시켜 각종 식물생장소가 이들에 미치는 영향을 추구하고자 본 연구를 시도하였다.

재료 및 방법

대두(*Glycine max* Merr; Kwang Kuo 2 of Korean names)의 종자를 발아, 생육(25±2°C, 7일간)시켜 성숙한 잎의 소편을 Fowke and Setterfield(1969) 방법으로 $CaCl_2$ 2.75mg/*l*를 함유한 대조군 GA(Gibberellin) 1mg/*l*, 2,4-D(2,4-dichlorophenoxy acetic acid) 1mg/*l*, KI(kinetin) 1mg/*l* 및 GI 1mg/*l*+2,4-D 1mg/*l*에 24시간 각각 처리하였다.

처리된 각 실험군의 엽육조직의 소편(1mm²)을 paraformaldehyde-glutaraldehyde(Karnovsky, 1965)와 1% osmium tetroxide(sodium cacodylate buffer pH 7.0), 1% potassium permanganate에 각각 고정하여 Epon 812혼합액(Luft, 1961)에 포매하였다.

Acid phosphatase의 세포 화학적방법으로서는 전고정한 후 Barka and Anderson(1962)의 반응기질내에서 30—60분간 (37°C) 반응시킨 후 1% OsO_4로 고정시켰다.

절편은 Porter-blum MT—2 초박편기로 semi-section을 만들어 간이 염색하여 관찰 대상부위를 확인한 다음, 정단하여 은색절편을 취했다. paraformaldehyde-glutaraldehyde와 OsO_4으로 고정한 절편은 uranyl acetate와 lead citrate(Reynold, 1963)로 전면전자염색을 하였고, 세포화학적 반응기질에 처리한 것과 $KMnO_4$에 고정한 절편은 비염색 상태에서 각각 Hitachi HS—7S 전자현미경(50kV)으로 관찰하였다.

결 과

I. 대조군

대두의 성숙한 엽육조직세포에서 관찰된 cytolysome-like organelle을 편이상 여섯가지(6 type)으로 구분하였다.

type Ⅰ; 원형질막이 세포질내로 융기하여 125—140 A의 이중막으로 된 주변막내부에 직경이 258—900A의 vesicle을 함유하는 multivesicular body(Fig. 1).

type Ⅱ; type Ⅰ과 유사한 구조이나 직경이 250—258 A인 비교적 균일한 vesicle와 microtubule을 함유하고 액포막면에 연접된 세포질내(Fig. 2), 또는 이차적 액포내(Fig. 3)에 위치하는 multivesicular body

type Ⅲ; 액포내로 융기하여 액포막에 둘러싸이고, 250—280A의 microtuble 및 직경이 190—320A의 활면소포체와 같은 구조로된 multilamella가 혼재하는 것(Fig. 4).

type Ⅳ; 직경이 99—128A인 활면 소포체와 같은 구조가 환상으로 배열하여 multilamella를 형성하고 액포내에 완전히 유리된 것(Fig. 5).

type Ⅴ; 중앙부에 약간의 세포질을 함유하고 주변에 불균일한 myelin형태의 multilamella로 되었고 액포

내에 유리된 것(Fig. 6).

type Ⅵ; 활면 소포체가 세포질 일부를 둘러싸서 세포질을 분리시키고 (Fig. 7), 소포체의 막성구조가 증가(Fig. 8)해서 액포내로 융기하여 (Fig. 9) 64~77A의 단위막인 myelin형태의 multilamella를 이루며, 그 일부분에는 세포질이 함유되어 있다(Fig. 10).

이상과 같이 6 type으로 구분하였는데 이것을 종합하면, 원형질막의 융기로 형성된 type Ⅰ은 원형질막에서 이탈하여 vesicle은 균일한 직경으로 둘어 들고, type Ⅱ의 multivesicular body는 액포막에 둘러싸여 세포질에서 액포내로 이탈되는데, 이때 type Ⅲ과 같이 multivesicle은 microtuble로 점차적으로 변하고, 이 microtuble은 myelin 모양의 multilamella로 변하여 type Ⅳ가 된다. 이것은 막성구조가 type Ⅴ와 같이, 형클어지고 융해되어 액포내에서 소실되는 것 같다. 또 세포질내에서 소포체와 관련되어 형성되는 type Ⅵ는 앞에서 설명한 바와 같은 과정을 통해 세포질에서 액포내로 이탈되어 type Ⅴ가 되고, 이것은 차차 세포질의 소실과 multilamella가 융해되어 액포내에서 소실되는 것 같다. 또 세포탁편과 액포내에 유리된 cytolysome-like organelle에는 세포화학적인 방법에 의하여 acid phosphatase의 활성이 있음을 확인하였다 (Fig. 11).

대두의 성숙한 엽육조직 세포내의 cytolysome-like organelle은 원형질막과 세포질내의 활면소포체와 관련된 2가지 방법에 의하여 분화된다.

Ⅱ. 실험군

대조군과 같은 조건하에서 처리된 생장소 및 실험군에서 GA, KI의 처리군에서는 cytolysome-like organelle의 뚜렷한 변화를 찾아 볼 수 없었으나, 2,4-D처리군에서는 type Ⅰ의 출현 빈도가 높고, type Ⅱ는 출현 빈도가 낮은 반면 type Ⅲ에 해당하는 것이 증가하나 type Ⅰ의 vesicle과 type Ⅴ의 불균일한 myelin 모양의 multilamella가 혼재한다. 또한 type Ⅵ에서 유래되는 액포막면의 cytolysome-like organelle은 multilamella의 퇴화성이 Fig. 12와 같이 매우 빠르다.

또 액포막이 액포내로 융윤된 것이 가끔 관찰되었다.

2,4-D+GA처리군에서는 type Ⅰ의 증가와 더불어 원형질막에서 유래된 myelin과 같은 multilamella가 관찰되고 (Fig. 13), type Ⅵ가 증가하였으며, 이것은 가끔 세포질내에서 multilamella를 형성(Fig. 14)하고, 이 multilamella에 전자밀도가 대단히 높게 나타났다 (Fig. 15). 이 실험군에서는 2,4-D처리군에서와 같이 액포막이 액포내로 융윤되었다(Fig. 16). 그리고 소포체에서 분리된 것도 가끔 나타났다(Fig. 17).

고 찰

세포질의 autophagic vacuole 또는 cytolysome에 관해서는 Novikoff(1963)가 동물세포의 lysosome에서 유래되는 가수분해효소에 의하여 세포질의 구성요소 일부를 분해시키므로 액포형성과 밀접한 관계가 있는 세포 기관이라고 밝힌 이래, 많은 연구자(Behnke, 1963; Novikoff and Shin, 1964; Toozer and Davies, 1965; Helminen and Ericsson, 1968)들에 의해 기술되어졌다. 그러나 식물세포에서는 Poux(1963)가 *Triticum vulgare*의 유엽에서 세포질의 퇴화성인 막 구조를 관찰하고, 이것은 동물세포의 lysosome에서 볼 수 있는 자기 소화현상과 유사하다고 하였다. 식물세포는 동물세포와 달리 lysosome이 실존의 논쟁이 되고 있는데, Dauwalder *et al.*(1969)은 옥수수의 분열조직세포에서 acid phosphatase의 활성이 있음을 확인하고, 식물세포의 lysosome을 인정했다. 그러나 Dauwalder *et al.* (1969)은 비록 acid phosphatase의 활성은 인정하나 세포학적으로 구별될 수 있는 lysosome은 없다고 하였다. 또한 Mesquita(1969)는 분화과정에 있는 세포질내에는 소포체가 액포를 형성하기 위하여 부분적으로 확장되는 반면, 이것은 autophagic vacuole로 변하는데 가수분해효소는 ribosome과 더불어 소포체에서 합성되고, 이것은 비활성 상태로 존재하다가 myelin 형태의 multilamella가 형성되면서 부분적인 활성을 나타내므로 자기 소화과정을 밝게 된다(Gahan, 1965; Mesquita, 1969).

대두의 성숙한 엽육 조직세포의 액포내에는 phosphatase의 활성을 가진 cytosegresome(세포질 분리체) (Helminen and Ericsson, 1968)에서 분화된 autophagic vacuole 즉 cytolysome-like organelle이 관찰되었는데 이것은 세포질내의 소포체가 세포질을 분리시켜 막성구조가 증가되는 반면, ribosome을 포함하는 세포질은 차츰 소실됨과 동시에 myelin 모양인 multilamella가 형성되고, 액포탁편으로 이동하여 액포막을 둘러싸고, 액포안으로 유리되어 가수분해효소에 의하여 퇴화되는것 같다. 이러한 소견은 Matile and Moore(1968), Coulomb(1969) 및 Mesquita(1972)의 소견과 일치한다. Lomasome, boundary formation, plasmalemmasome, paramural body라고 불리워지고 있는 multivesicular body에 관해서는 Cronshaw(1965), Esau *et al.*(1966); Walker *et al.*(1967), Fowke

and Setterfield(1969)등이 세포막 생장과정에 막 물질의 침전과 관련이 있다고 하였고, Kruatrachue and Evert(1974)는 사관세포의 분화과정에서 세포질성 소포체에서 유래된 multivesicular body가 원형질막 쪽으로 이동하여 원형질막과 융합한다고 하였고, 또 Robards(1968)와 Halperin 및 Jensen(1967)들은 multivesicular body내에 있는 vesicle은 Golgi vesicle과 관련성이 있을지 모른다고 하였다. 그러나 세포막의 생장이 빠른 화분관의 선단(Larson, 1965; Dashek and Rosen, 1966) 및 근단(Sievers, 1963)에는 세포막 주변부에 Golgi vesicle은 산재하나 multivesicular body는 없고, 또 Golgi vesicle에서 세포막 침전과 관련해서 Pikett-Heaps(1967, 1968)의 자기방사법적 연구에서 multivesicular body는 세포막 형성과 아무 관련성이 없다고 하였다.

그러나 대두에서는 원형질막에서 유래되었다고 믿어지는 multivesicular body가 원형질막에서 분리되어 세포질로 이동하고, 이것은 소포체와 연관되어 새로운 이차 액포를 형성하거나 또는 액포내로 분리되어 myelin 모양의 multilamella를 형성하고 가수분해 효소에 의하여 분해되는 것으로 믿어진다. 또 Golgi vesicle과의 관련성은 GA+2,4-D처리군에서 나타나는 Fig. 17에서와 같이 세포질 분리체와는 관련성이 없고, 소포체와 밀접한 관련성을 나타내었다. 이러한 소견은 Mesquita(1972)와 Baur and Walkinshaw(1974)의 소견과 일치된다.

이상과 같이 식물의 원형질막에서 분화된 multivesicular body와 소포질에서 분화된 세포질분리체(Helminen and Ericsson, 1968) 즉 가수분해효소를 지닌 autophagic vacuole 또는 cytolysome(Novikoff, 1963; Mesquita, 1972)의 근본적인 기능에 관해서는 아직까지 잘 알려져 있지 않다.

Erlich등(1968)은 밀의 녹병균에 감염된 세포와 저온처리에서 cytolysome의 증가를 관찰하였고, Kim and Fulton(1973)은 돌부의 어린 잎에 감염된 BPMV (bean pod mottle virus)는 paramural body의 원형질막 부위에 있는 소포체 및 원형질연결사의 소포체내에서 관찰되고, 이때 paramural body가 확장되어 주액포에까지 신장되고 가끔 세포막이 움기 현상을 관찰하였다.

Baur and Walkinshaw(1974)는 *Pinus elliotti*의 callus세포의 탄닌은 cytolysome vesicle 또는 myelin-like body의 주변 액포에 축적된다고 하였다.

식물생장소에 관한 연구는 Fowke and Setterfield (1969)가 2,4-D 및 2,4-D+KI이 각각 1mg/*l* 함유하는 배지에 뚝감자의 괴경을 처리하여 plasmalemmasome의 미세구조와 세포막의 중량변화에 관하여 연구된 바 있는데, 세포막의 중량은 control과 KI처리군보다 2,4-D+KI처리군이 2배로 증가된 반면에 control과 KI처리군에서는 plasmalemmasome이 나타났으나, 2,4-D+KI처리군에서는 나타나지 않는다고 하였다.

저자는 Fowke and Setterfield(1969)의 실험방법을 적용하여 GA, 2,4-D, KI, GA+2,4-D를 각각 1mg/*l* 함유하는 배지에 처리하여 관찰한 결과 GA, KI처리군에서는 cytolysome-like organelle의 뚜렷한 변화상을 찾아 볼 수 없었으나, 2,4-D및 2,4-D+GA 처리군에서는 대조군의 것보다 증가하고 multilamella의 자기소화과정이 빠를 뿐만 아니라 정상군에서는 찾아 볼 수 없는 액포막이 액포내로 팽윤된 것이 나타났다. GA+2,4-D처리군은 2,4-D처리군보다도 많고, 다양한 cytolysome-like organelle이 관찰되는데, 특히 세포질내, 또는 액포내에 전자밀도가 매우 높은 multilamella로 구성된 cytolysome-like organelle이 관찰되었다. Fowke and Setterfield(1969)는 2,4-D처리군은 대조군과 별 차이가 없다고 하였으나, 본 실험에서는 이와는 달리 대조군보다도 증가하고 보다 더 빠른 퇴화현상이 관찰되었고, 또 이는 2,4-D+KI처리군은 전혀 나타나지 않는 반면에 세포막의 중량증가가 일어난다는 것은 plasmalemmasome과 세포막 생장과의 관련성을 지적하였다. 그러나 본 실험에서 2,4-D 및 2,4-D-GA처리군에서는 대조군에 비하여 훨씬 증가하였음은 Fowke and Setterfield(1969)의 실험 결과와 상반되는 소견이였는데, 각종 생장소가 cytolysome-like organelle의 분화에 미치는 영향은 앞으로 더욱 추궁되어져야 할 과제라고 믿는다.

적 요

대두의 성숙한 잎을 paraformaldehyde—OsO_4, $KMnO_4$에 고정하여 엽육세포에서 cytolysome-like organelle의 기원과 1mg/*l*의 GA, KI, 2,4-D, 2,4-D+GA처리로 인한 미세구조의 변화를 관찰하였다.

Cytolysome-like organelle은 원형질막과 세포질내의 소포체에서 각각 분화되어 액포내로 분리되고, 이것은 myelin과 같은 구조로 변해서 자기 소화에 의하여 퇴화되는 것 같다.

세포막면과 액포내에 있는 cytolysome-like organelle에는 acid phosphatase의 활성이 있었다.

GA와 KI처리군에서는 cytolysome-like organelle이 대조군과 같았으나 2,4-D와 2,4-D+GA처리군에서는 증가하고 myelin과 같은 구조형성이 빠르고 자기소화현상이 촉진되는 것 같다. 또 2,4-D+GA처리군에서는 세포질내와 액포내에서는 동일구조로 된 전자밀도가 높은 myelin과 같은 구조가 나타났다.

본 논문을 위하여 실험을 도와주신 건자현미경실 이예규씨와 재료를 제공하여주신 전 작물연구소(경기도) 유순성씨에게 감사드립니다.

참 고 문 헌

Barka, T., and P.J. Anderson. 1962. Histochemical methods for acid phosphatase using hexazonium pararosanilin as coupler. *J. Histochem. Cytochem.* 10 : 741—753.

Baur, P.S., and C.H. Walkinshaw. 1974. Fine structure of tannin accumulations in callus culture of *Pinus ellioti*. *Can. J. Bot.* 52 : 615—619.

Berhnke, O. 1963. Demonstration of acid phosphatase containing granules and cytoplasmic bodies in the epithelium of foetal duodeum during certain stages of differentiation. *J. Cell Biol.* 18 : 251—261.

Buvat, R. 1968. Diversitè des vacuoles dans les cellules de la racine d'Orge(*Hordeum sativum*). *C.R. Acad. Sc.* 267 : 267—298.

Coulomb, P.H. 1968. Sur la prèsence de structures lamellisèes dans les cellules mèristematiqes du burgeon de *Solanum tuberosum*. *ibid.* 267 : 1373—1374.

_____, 1969. Mise en èvidence de structures analogues aux lysosomesdans le mèristèms radiculaire de la Courge(*Cucurbita pepo* L.). *J. Microscopie* 8 : 123—138.

_____, and R. Buvat. 1968. Processus dè dègènèrescence cytoplasmique partielle dans les cellules de jeunes racines de *Cucurbita pepo*. *C.R. Acad. Sc.* 267 : 843—844.

Cronshaw, J. 1965. Cytoplasmic fine structure and cell wall development in differentiating xylem elements. In cellular ultrastructure of woody plants. Edited by W.A. Cote. Syracuse Univ. Press. pp.99—124.

Dashek, W.V., and W.G. Rosen. 1966. Electron microscopical localization of chemical conponents in the growth zone of lily pollen tubes. *Protoplasm* 61 : 191—204.

Dauwalder, M., W.G. Whaley, and J.E. Kephart 1969. Phosphatases and differentiation of the Golgi apparatus. *J. Cell Sci.* 4 : 455—497.

Ericsson, J.L.E. 1969a. Studies on induced cellular autophagy I. Electron microscopy of cells with in vivo labelled lysosomes. *Exptl. Cell. Resch.* 55 : 105.

_____, 1969b. Studies on induced cellular autophagy II. Characterization of the membranes bordering autophagosom in parenchymal liver cells. *ibid.* 56 : 393—406.

Erlich, M.A.. J.F. Schaafer, and H.G., Erlich. 1968. Lomasomes in wheat leaves infected by *Puccinia graminis* and *P. recondita*. *Can. J. Bot.* 46 : 17—20.

Esau. K., V.I. Cheadle, and R.H. Gill, 1966. Cytology of differentiating tracheary elements II. Structures associated with cell surfaces. *Amer. J. Bot.* 53 : 765—771.

Fowke, L.C., and G. Setterfield. 1969. Multivesicular structures and cell growth. *Can. J. Bot.* 47 : 1873—1877.

Gahan, D.B. 1965. Histochemical evidence for the presence of lysosome-like particles in root meristem cells of *Vicia faba*. *J. Exp. Bot.* 16 : 350—355.

Halperin, W., and W.A. Jensen. 1967. Ultrastructual changes during growth and embryogenesis in carrot cell cultures. *J. Ultrastruct. Res.* 18 : 428—432.

Helperin, H. J., and L.E. Ericsson, 1968. Studies on mammary gland involution II.Ultrastructual evidence for auto and heterophagocytosis. *ibid.* 25 : 214—227.

Karnovsky, M.J. 1965. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolarity for use in electron microscopy. *J. Cell Biol.* 27 : 137—138.

Kim, K.S., and J.P. Fulton 1973. Plant virus-induced cell wall overgrowth and associated membrane elaboration. *J. Ultra. Res.* 45 : 328—342.

Kruatrache, M., and R.F. Evert. 1974. Structure and development of sieve elements in the leaf of *Isoetes muricata*. *Amer. J. Bot.* 61 : 253—266.

Larson, D.A. 1965. Fine-structual changer in the cytoplasm of germinating pollen. *ibid.* 52 : 139—154.

Luft, J.H. 1961. Improvements in epoxy resin embedding methods. *J. Biophys. Biochem. Cytol.* 9 : 409—414.

Marchant, R., and A.W. Robards. 1968. Membrane systems associated with the plasmalemma of plant cells. *Ann. Bot.* (London), 32 : 457—471.

Matile, Ph. 1968. Lysosomes of root tip cells in corn seedings. *Planta* (Berl.) 79 : 181—196.

_____, 1969. In lysosomes in Biology and Pathology, Vol.1, pp.406—430, J.T. Dingle and H.B. Fell ed. North-Holland Publishing Co. Amsterdam-London.

Matsuura, S., T. Marimoto, S. Nagata, and Y. Tashiro, 1968. Studies on the posterior silk gland of the silkworm, *Bombyx mori* II. Cytolytic processes in posterior silk gland cells during metamorphosis from larva to pupa. *J. Cell Biol.* 38 : 589—603.

Mesquita, J.F. 1969. Electron microscope study of the origin and development of the vacuoles in root tip cell of *Lupinus albus* L. *J. Ultrastr. Res.* 26 : 242—250.

_____, 1972. Ultrastrure de formations comparables aux vacuoles autophagiques dans les cellules des racines del' *Allium cepa* L. et du *Lupinus albus* L. *Cytologia* 37 : 95—110.

Moore, R.T., and J.H. McAlear. 1961. Fine structure of my-cota V. Lomasomes previously uncharacterized hypal structures. *Micologia* 53 : 194—200.

Novikoff, A.B. 1963. Lysosome in the physiology and pathology of cells contributions of staining methods. Ciba found. Symp. On Lysosomes. pp.36—73.

_____, and W. Shin. 1964. The endoplasmic reticulum in the Golgi zone and its relation to micr-

obodies, Golgi apparatus and autophagic vacuoles in rat liver cells. *J. Micriscopie* 3 : 187—206.

Pickett—J.D. Heaps, 1967. The use of radioautography for investigating wall secretion in plant cells. *Protoplasma* 64 : 49—66.

———————, 1968. Xylem wall deposition. Radioautographic investigation using lignin precursors. *ibid.* 65 : 181—205.

Poux, N. 1963. Localisation de la phosphatase acide dans les cellules meristematiques de ble (*Triticum vulgare* Vill.). *J. Microscopie* 2 : 485—489.

Reynolds, E.S. 1963. The use of lead citrate at high pH as an electron-opaque stain in electron microscopy. *J. Cell. Biol.* 17 : 208—212.

Robards, A.W. 1968. On the ultrastructure of differentiating secondary xylem in willow. *Protoplasma* 65 : 449—464.

Sievers, A. 1963. Beteiligung des Golgi-apparates bei der bildung der zellwand von Wurzelhaaren. *ibid.* 56 : 188—192.

Thornton, R.M. 1968. The fine structure of phycomyces. I. Autophagic vesicles. *J. Ultrastr. Res.* 21 : 269—280.

Tooze, J., and H.G. Davies. 1965. Cytolysomes in *Amphibian* erythrocytes. *J. Cell Biol.* 24 : 146—150.

Villiers, T.A. 1967. Cytolysomes in long-dormant plant embryo cells. *Nature* 214 : 1356—1357.

Walker, W.S., and T. Bisalputa. 1967. The fine structure of vesicles associated with the cell surface in *Helianthus* shoot tissue. *Can. J. Bot.* 45 : 2103—2103

(1974. 9. 25 접수)

Explanation of Plates

Cy; cytoplasm, CW; cell wall, ER; endoplasmic reticulum, G; Golgi body, M; mitochondria, N; nucleus, P; plastid, Pl; plasmalemma, TP; tonoplast, V; vacuole.

Plate 1.

1—11. Treated in Control.

1. Plasmalemma invaginates into cytoplasm, the multivesicular bodies are involved in double boundary membrane.
2. Multivesicular bodies include vesicles and microtubles.
3. Multivesicular bodies found within the vacuoles. The bodies are associated with tonoplast surface.
4. Cytolysome-like organelle enclosed by tonoplast and neighbour with multilamella similar to microtuble and myelin-like structures.
5. Double membraneous structure forms multilamella and is floating within a vacuole.
6. Cytolysome-like organelles involve some cytoplasm and multilamella composed of irregular myelin-like structure, and are isolated within vacuoles.
7. Endoplasmic reticulum enclosed some part of cytoplasm, thus isolating the part within the cytoplasm.
8. Membraneous structure of endoplasmic reticulum increase in size.

Plate 2.

9. Myelin-like structure protrudes into vacuole.
10. Myelin-like multilamella (the unit membrane) involves some cytoplasm.
11. Cytolysome-like organelles have activities of acid phosphatase (arrows).
12. Cytolysome-like organelle of tonoplast surface degenerates into multilamella rapidly. Treated in 2,4-D.

13—17. Treated in GA+2,4-D.

13. Myelin-like multilamella is derived from plasmalemma.
14. Multilamella formed within cytoplasm.
15. Multilamella formed within cytoplasm showes high electron density.
16. Tonoplast protrudes into vacuole, carrying little cytoplasm.
17. Cytolysome-like organelle is derived from endoplasmic reticulum, not from Golgi body.

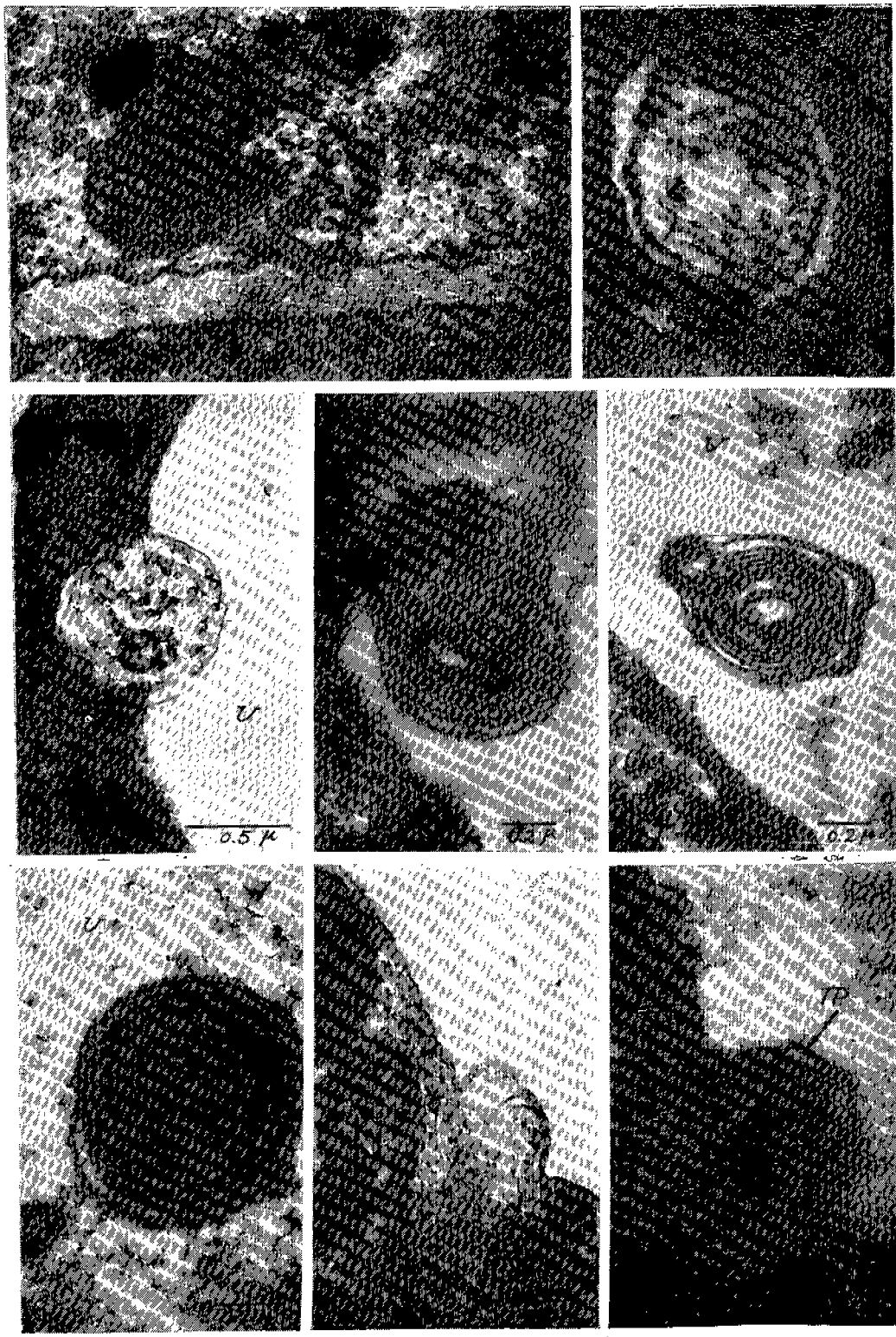

Plate 1

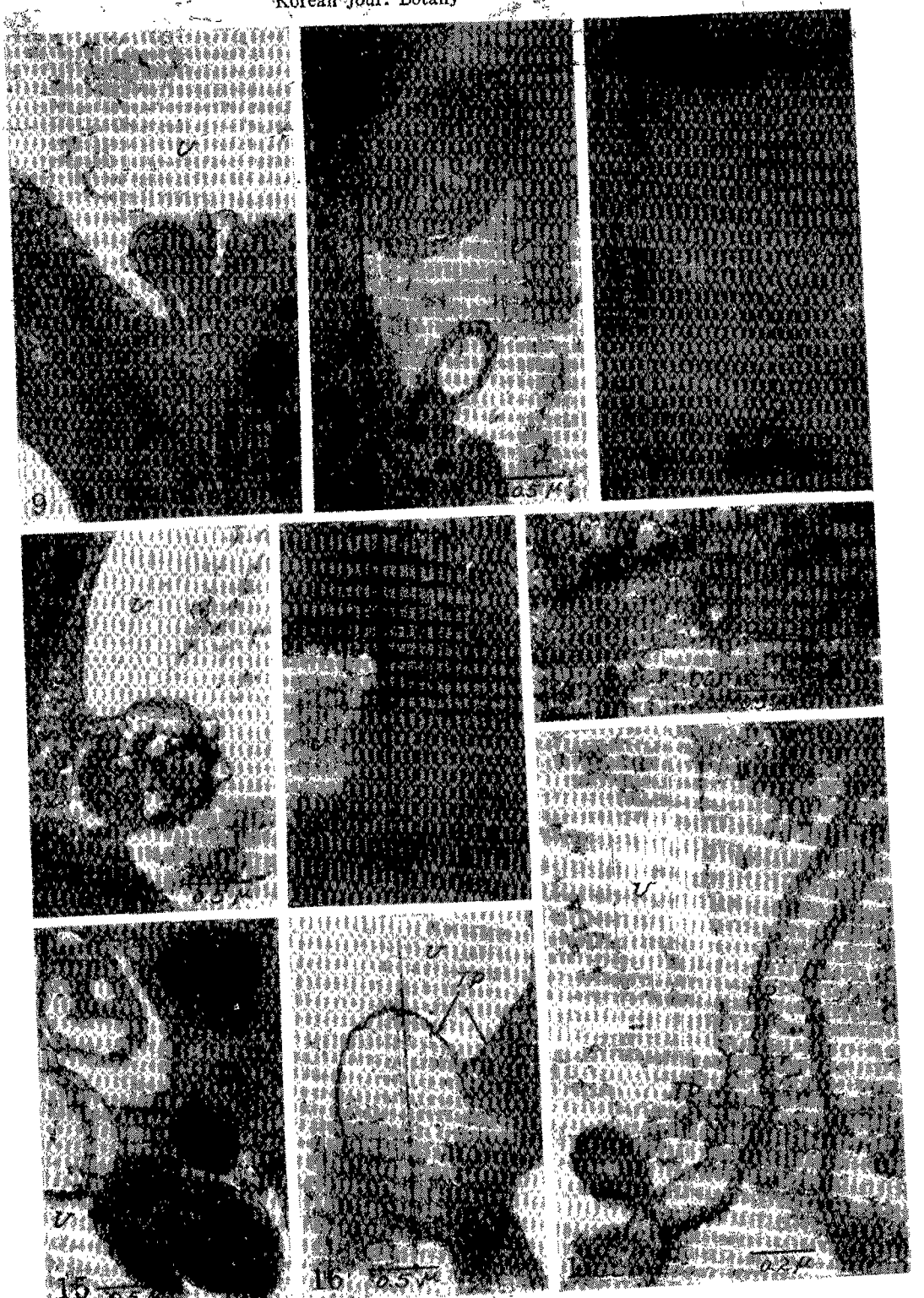

Plate 2