

北海道産生薬の生薬植物学的研究 (第3報)¹⁾
エゾエンゴサクの栽培 (その1) 発芽と初年度植物について安田眞宰穂, 鹿野美弘*, 木島正夫
北海道薬科大学Pharmacognostical and Botanical Studies on the Crude Drugs in Hokkaido (Part III)¹⁾
Cultivation of *Corydalis ambigua* CHAM. et SCHLECHT. (I)
Germination and First Age Plant

MASAHO YASUDA, YOSHIHIRO KANO* and MASAO KONOSHIMA

Hokkaido Institute of Pharmaceutical Sciences, 7-1 Katuraoka-cho, Otaru 047-02, Japan

(Received February 15, 1985)

Corydalis ambigua CHAM. et SCHLECHT. (Papaveraceae), [Japanese name "Ezoengosaku"] is an a perennial herb which grows wild in Hokkaido and the northeastern part of Honshu in Japan. The tuber of the plant may be considered as a substitute for "Corydalis Tuber" (元胡・延胡索) which is used in China and in Korea as an anodyne and antispasmodic agent. But *C. ambigua* tuber is today used only as a folk medicine in Hokkaido. Cultivation of genus *Corydalis* plants from their seeds has not been studied, though their alkaloid constituents and pharmacological studies have been reported.

We conducted cultivation of *C. ambigua* plants from seeds and obtained the following results.

Seed germination began at the end of April. For 45 days after germination, the plant remained in their infant plant stage having only one leaf cotyledon. Then the terrestrial part (cotyledon) withered, and the plant seemed to enter a resting period in early June.

The rate of seed germination was about 50-60%, which, however, lowered on storage. An embryo required 8-10 months after fructification to ripe. The first age tuber resulted from the thickening growth of the apical part of hypocotyl, and grew to 2.5-5.0 mm in diameter and 30-35 mg in fresh weight in early June.

We also studied the internal structure of seeds and first age plants.

Keywords—Papaveraceae; *Corydalis ambigua*; Corydalis Tuber; Ezoengosaku; germination; cultivation; anatomy

エゾエンゴサク *Corydalis ambigua* CHAM. et SCHLECHT. (Papaveraceae)²⁾ は、北海道から本州北部にかけて分布する多年生草本の植物である。現在までに *Corydalis* 属植物の成分³⁾ また薬理⁴⁾ に関する報告は多数なされており、エゾエンゴサクについてもまた基原植物を異にする中国産 (*C. yanhusuo* W. T. WANG) ならびに韓国産 (*C. nakaii* ISHIDOYA) の「元胡、延胡索」と同様の目的、すなわち鎮痛・鎮痙等に使用可能とされる。しかしながら実際の市場品「延胡索」は中国産に基づくものを主とし、現在のところ、北海道産のエゾエンゴサクは民間薬的に利用されているにすぎない。一方、中国においては延胡索 (*C. yanhusuo*) の栽培化⁵⁾ が一部行われており、その生産性は向上しているようであるが、本邦産 *Corydalis* 属植物の栽培に関しては長尾、渡辺、小宮⁶⁾ によって報告されているのみであり、とりわけエゾエンゴサクの種子発芽、幼植物体の形態、構造、生育面または栽培面等にきわめて不明な点が多い。

そこで、筆者らは生薬資源の開発ならびに北海道産生薬の研究の一環として、エゾエンゴサクの種子からの栽培と塊茎の形成を目的とする実験に着手し、現在までに種子発芽ならびに幼植物体から初年度植物の塊茎形成に関する知見を得たので報告する。なお予試験的に塊茎半切による栽培をおこなっており、その結果もあわせて報告する。

材料および方法

1. 採種

エゾエンゴサクは葉形、花色ならびに毛の有無等の変異が甚だしい植物であり、種子の均一性の面から採種用の母種は最も典型的なタイプ、すなわち葉は倒卵円形、花は青紫色、無毛の固体（本田⁷⁾によれば *C. ambigua* CHAM. et SCHLECHT. var. *glabra* TAKEDA に相当）に限定し、5月下旬～6月上旬（1981～84年）、札幌市内・盤溪に自生するものより採種した。また実験には黒色の充実した種子のみを用いた（Fig. 1-A～D）。なお、種子重量は室温で1日間自然乾燥し測定した（TABLE I）。

2. 発芽率と種子保存の影響

1981年の初年度においては、種子の調製・保存は種子重量を測定後ただちに播種する採りまき、および室温と低温・暗所1カ月、2カ月、3カ月、4カ月、5カ月保存について種子を各200粒、また2年度（82年度）は初年度と同様の採りまき、および室温保存の種子を各200粒、3年度（83年度）は採りまきのみ1500粒による発芽率の測定を行った（TABLE I）。

- 1) 播種は3 cm×10 cm 当り1粒、深さ約1.5 cm とし、圃場ベッド（1.5 m×3 m）に直播した。
- 2) 施肥は火山灰黒土 3.3 m² 当り乾燥牛糞 50 l、骨粉 0.5 kg を完全元肥とした。
- 3) 発芽率は最初のものが発芽（子葉の展開）した日より14日間測定し、その合計を発芽数として計算した。
- 4) 播種時（6月上旬）より降雪時（12月上旬）までは、遮光用ネット（タフベル 4000 B）を施し、適時灌水した。なお2年度（82年度）と3年度（83年度）の月別平均気温（圃場）ならびにベッドの地温（深さ約2 cm）を

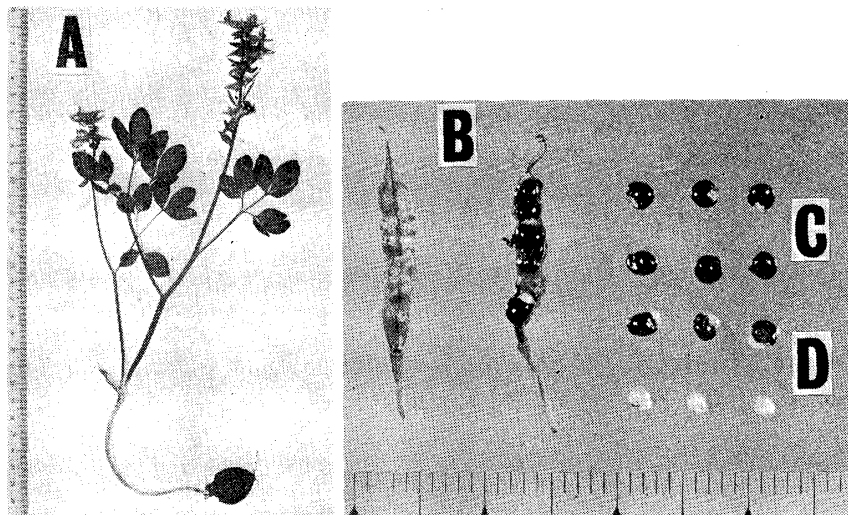


Fig. 1. *Corydalis ambigua* CHAM. et SCHLECHT.

A: Herbarium of seed collecting species (1982.5), B: fruits, C: ripe seeds, D: unripe seeds.

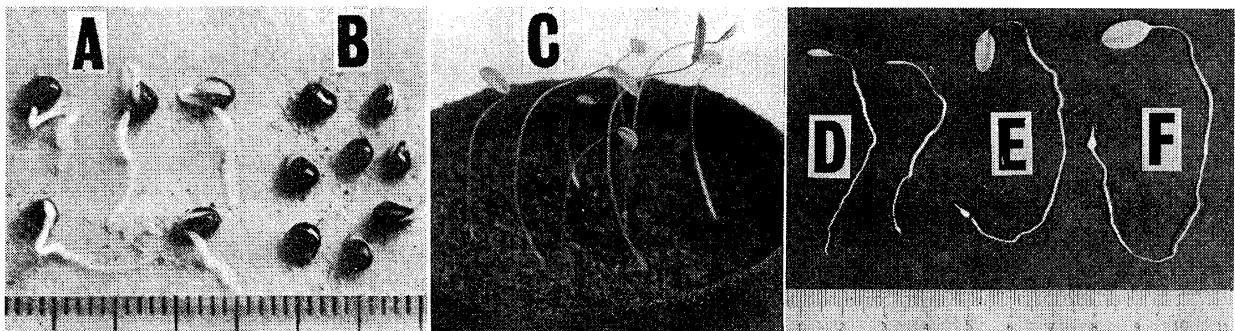


Fig. 2. Germination and Tuber Formation

A and B: in the middle of February (A: rooting used a laboratory dish, B: preserved seeds in the farm ground), C: early in March, germination used a pot in the room, D, E, F: in the latter part of April at the farm (D: germination time, E: seven days after germination, F: ten days after germination).

Fig. 5 に示した。

3. 室内での発芽試験

1) 初年度(81年度)の室内の発芽試験は, 2. の初年度と同様の調製・保存, すなわち採種直後の種子, 室温保存5区, 低温保存5区の種子について行い, 各試験区の種子は50粒としシャーレを用い, 精製水をひたした脱脂綿に置床し, 培養器中 25°C 各90日間, 適時灌水しながら観察を行った。

2) 2年度(82年度)および3年度(83年度)の試験は初年度の結果を考慮し, 種子をすべて圃場・地中保存で行い, 7~12月は月に1回, 翌1~3月は月に2回順次地中より掘り出し, 1)と同様に培養器中シャーレを用いる方法(Fig. 2-A, B)を行うとともに, 12月よりジフィーポットを用いた室温(約 10~25°C)での発芽試験(Fig. 2-C)を行った。

4. 初年度植物の塊茎形成

初年度(81年度)~3年度(83年度)播種より得られた初年度植物体を用いて, 塊茎の形成過程の観察(Fig. 2-D~F)ならびに塊茎重量の測定(TABLE I)を行った。

5. 内部形態

1) 種子内部構造と胚の生長

初年度(81年度)および2年度(82年度)の発芽試験の結果より胚の生長には長期間を必要とすると考えられたため, 3年度(83年度)に3. 2)と同様の地中保存種子を用いて, 結実期(6月上旬)から発芽までの胚の生長に関して種子内部構造の面から比較をおこなうとともに, 子葉の形状に関しあわせて検討した(Fig. 3)。

2) 初年度植物体の内部構造

初年度植物体は双子葉植物でありながら1枚の葉(子葉)しか有さずこの点に関し⁸⁾, また塊茎形成の点に関し内部構造の面から検討した(Fig. 4)。

6. 塊茎半切による栽培試験

小樽・銭函自生種の塊茎(径 1.5~2 cm, 生重量 2~4 g, 7月採集品, 1981年度)を用いて横半切(上部と下部)および縦半切とし, 切面は VC 粉剤(diethyl dichlorophenyl thiophosphate)で処理し, 各30個について圃場で1年間栽培し, 翌年6月の時点での生長・増殖について観察した。

実験結果

1. 発芽率と種子保存の影響

初年度~3年度の種子重量(100粒)そして採りまきおよび室温・低温保存種子の発芽率は TABLE I に示した。

圃場での発芽(子葉の展開)は結実期の6月上旬から約10カ月を要し, 翌年4月下旬ほぼ融雪と同時に開始されたが, 発芽から地上部の枯死する6月上旬まで地上部には子葉1枚のみしか認めなかった。また発芽率では自然状態に相当する採りまき(6月播種)が約50~65%であるが, 室温2カ月保存(8月播種)より発芽率は著しく低下し, 3カ月を越えるといずれの場合も発芽を認めなかった。一方, 低温保存では発芽能力がいくぶん保持された。

2. 室内での発芽試験

1) 初年度は採種直後ならびに室温保存5区と低温保存5区の種子を用いて行ったが, 培養器中シャーレを用いた各90日間の観察ではいずれの場合もまったく変化を認めなかった。

2) 2年度および3年度はすべて自然状態に相当する地中保存の種子を用いて行った。各時期の種子外部形態は6月の結実期から11月(地中5カ月保存)まで外見上の変化は認められないが, 12月上旬(地中6カ月保存)より種子の一部が開裂し, 内部の白色の胚乳が確認でき, 圃場・地中ではこの状態がさらに2月中旬~下旬まで維持され

TABLE I. 発芽率と初年度植物の塊茎重量

播種年度	種子重量 (100粒) (mg)	発 芽 率 (%)						塊茎生重量 (mg) 翌年6月採集品 ()内は平均値
		6月播種 採りまき	7月播種 1カ月 保 存	8月播種 2カ月 保 存	9月播種 3カ月 保 存	10月播種 4カ月 保 存	11月播種 5カ月 保 存	
初年度(1981年)	173	59.5(—)	34.5(40.5)	0(15.0)	0(10.0)	0(0)	0(0)	12.2—(34.6)—65.2
2年度(1982年)	158	49.5	32.0	2.0	0	0	0	10.9—(30.1)—58.2
3年度(1983年)	163	64.5	—	—	—	—	—	13.2—(32.3)—64.5

* () 内の%は種子低温 4°C 保存の発芽率を示す。

(Fig. 2-B), 3月上旬～中旬(地中9月保存)ころより積雪下(地中温度 $0 \pm 1^\circ\text{C}$)で発根を開始するが, 地上での子葉の展開は融雪後の4月下旬となる。

一方, 順次地中より掘り出した種子を培養器中シャーレおよびジフィーポットを用いて発芽を促した場合は, 2月上旬～中旬(地中8ヵ月保存)以降の種子は不揃いであるが4～11日間で発根し(Fig. 2-A), 引き続き発根後6～14日間で子葉の展開を認めた(Fig. 2-C)。また2月の時点で種皮の開裂をしていない種子は発芽を認めなかった。

3. 初年度植物の塊茎形成

塊茎の形成は子葉の展開後およそ1週間前後に垂直に降下した胚軸(幼根)のほぼ先端部で開始され(Fig. 2-D～F), 地上部(子葉)の枯死する発芽30～45日目(6月上旬)には白色・球形, 径2.5～5 mm, 平均生重量30～35 mg ($n=100$)の塊茎が形成され, その下端より根(長さ1～2 cm, 通常1本)を認める。また6月上旬, 枯死直前の地上部(子葉)は高さ3～5 cm, 地下部は深さ5～11 cmに達し, その後, 地上部は枯死し外見上は休眠期となる。なお初年度～3年度播種より得られた各初年度植物の塊茎の生重量はTABLE Iに示した。

4. 内部形態

1) 種子の内部構造と胚の生長

結実期(6月上旬)の種子(Fig. 3-A)は珠孔 mp 付近に白色のカルクラ cc を認め種皮 sd は著しく厚膜した1層の大型の細胞(外珠皮)とそれに内接する2層の小型の細胞(内珠皮)からなり, 胚乳 alb の柔細胞中にはタンパク質および脂肪からなる含有物を認める。またこの時期の胚 em の生長は不明瞭でありたんに数十個の細胞の集団として確認される。胚 em が明らかに子葉 cot の構造を形成するのは8～9月(地中2～3ヵ月保存, Fig. 3-B)であり, その後さらに生長を続け翌年1～2月(地中7～8ヵ月保存, Fig. 3-C～F)では子葉 cot と胚軸 hyp が明瞭に確認される。なお子葉 cot は発生時より明らかに1枚であり, 中央部が著しくおう入(凹)した形状をなし(Fig. 3-D), 子葉基部に浅いき裂を認めるが, その他双子葉の合着もしくは一方の退化を示す顕著な構造は認められない。また子葉 cot の縦断面(Fig. 3-F)では, おう入した内側部に上面表皮 epu, それに内接して1層の柵状組織 pa を認め, 維管束は小型であるが主脈 md および側脈 ln はほぼ均一に配列する。また子葉の最外部は下面表皮 epl となる。なお Fig. 3-B, C, E の種皮 sd は切片の作製上はく離した。

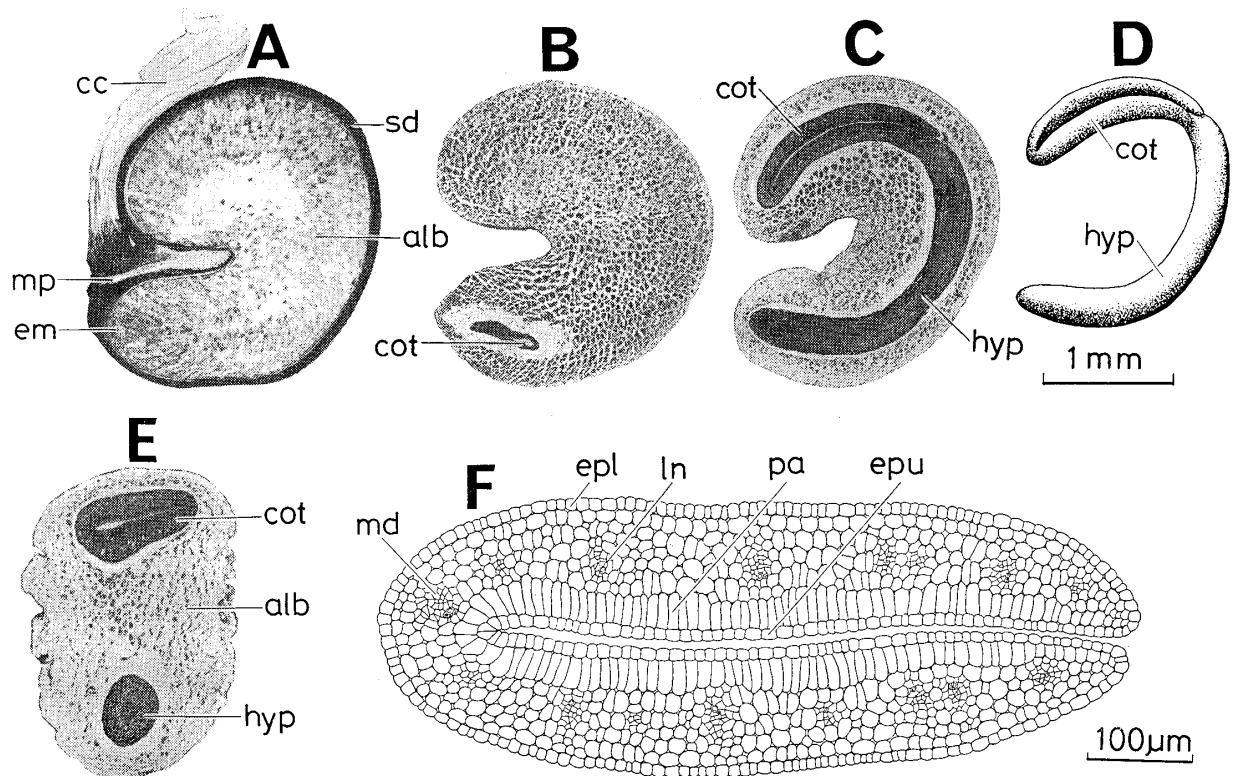


Fig. 3. Structure of Seed

A–C, transverse sections of seed (A: at the fructify time June, B: in August-September, C: in January-February, D: diagram of infant plant in seed in January-February, E: longitudinal section of seed in January-February, F: longitudinal section of cotyledon in January-February.

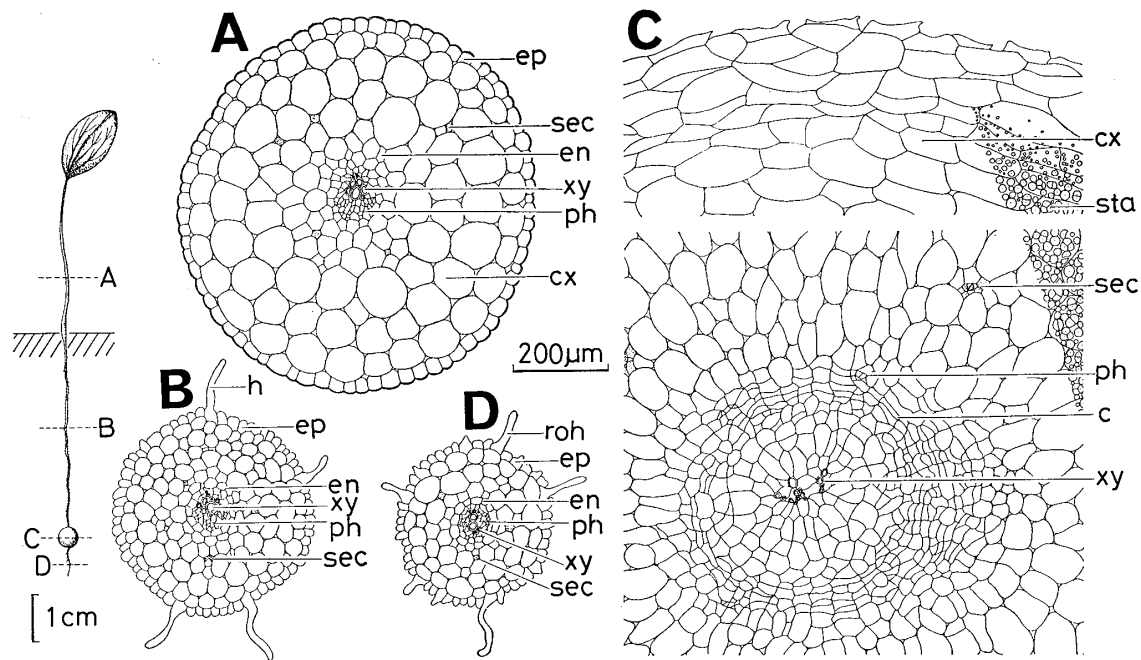


Fig. 4. Structure of First Age Plant in June

A-D: transverse sections of first age plant (A: hypocotyl at the terrestrial part, B: hypocotyl at the underground part, C: middle of tuber, D: root).

2) 初年度植物体の内部構造

地上部の胚軸横断面 (Fig. 4-A) では表皮細胞 ep は小型の細胞からなり、わずかにクチクラを堆積する。皮層 cx はやや大型の細胞からなり、また樹脂様の物質を含有する分泌組織 sec を認める。内皮 em は比較的明瞭であり、維管束は1個の内原型・並立維管束からなる。地下部の胚軸横断面 (Fig. 4-B) では表皮 ep の一部が根毛様の形状 h をなすが、その他の構造は基本的に地上部と同様である。塊茎横断面 (Fig. 4-C) では、最外部はわずかにコルク化した皮層柔細胞 cx が露出し明らかな表皮は認められない。また皮層4~5層目からの柔細胞 cx は単粒および2~3複粒でんぷん sta を充満し、さらに皮層内部では胚軸と同様の分泌組織 sec を認める。また維管束は基本的に内原型と考えられるが2原・外原型への移行を思わせる形状を示す。またし部 ph および木部 xy の発達は形成層 c の発達に比べて不良である。根横断面 (Fig. 4-D) では、最外部は表皮 ep および一部根毛 roh となり、皮層中には不明瞭ながら分泌組織と推定する組織 sec を認める。また内皮 en は明瞭であり、維管束は明らかに2原型・放射維管束をなす。

5. 塊茎半切による栽培試験

各半切球を1年間栽培した時点で新たに塊茎を形成し出芽した個体 (検体数: 各30個) は、横半切・上部が 22/30 個体、横半切・下部が 2/30 個体、縦半切球が 3/30 個体であり、その他の塊茎はすべて枯死した。

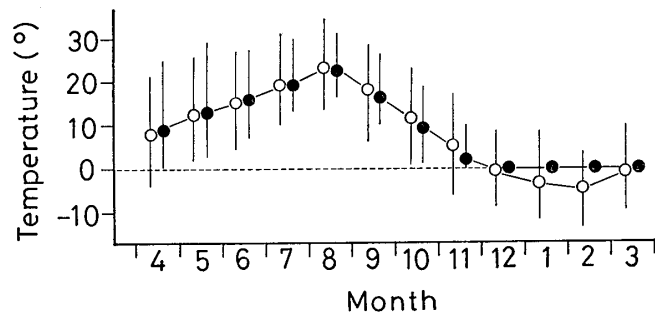


Fig. 5. Monthly Atmospheric and Ground Temperature

—○—: atmospheric temperature of farm, —●—: farm ground temperature in 2 cm deep,
 ⊕: maximum and minimum temperature.

考察および結論

種子の発芽は採りまきの状態で最も良好で50～65%の値を得、また発芽から継続して塊茎の形成を確認できたことにより種子からの栽培は十分可能と考えられる。

種子の保存面では、室温・低温による長期保存は発芽率の著しい低下もしくは発芽能力の失活につながり、この点に関しては気温ならびに地温（地中約 2cm, Fig. 5）の観察結果から、たんなる温度の影響よりも湿度の影響が大きいものと考えられる。また温度・湿度による種子の発芽促進は1～2カ月間のみ短縮可能であったが、それ以上の短縮は困難であった。

以上のごとくエゾエンゴサクの種子は乾燥に弱くまた発芽までに8～10カ月の長期間を必要とする。その主因は月別の種子内部構造でしめされるごとく、いわゆる後熟種子であり、結実後に胚の生長が行われる点にあるものと考えられた。また発芽時の形態において双子葉植物でありながら1枚の子葉しか認めないが、胚の生長に伴う内部構造から、子葉は発生時より明らかに1枚であり、その他合着もしくは退化を示す顕著な構造は認められなかった。また初年度植物体の内部構造においては、子葉の葉身から塊茎までの維管束は内原型をなし胚軸でありながらすでに葉柄（茎）の構造を呈し、明らかに外原型維管束となるのは塊茎より下部（根）である。したがって理論上、本植物の上胚軸は地上部だけではなく地下部におよび、塊茎は上胚軸と下胚軸の接点（内原型と外原型維管束の接点）付近で新たに形成された2次組織（胚軸の肥大）と考えられた。また塊茎半切による栽培試験では塊茎の上部のみ利用可能であるが、本植物は基本的に1塊茎より1個体の発生を行うと考えられ、その栽培効率は不良であった。

なお、初年度植物体の塊茎は前述のとおり胚軸の肥大に基づくもので、植物体としては未完成なものであり、また塊茎は利用可能な重量に達しておらず、今後さらに栽培を継続し、生育面ならびに成分面に関し検討する予定である。また2年度植物体ならびに塊茎の更新については次報にて報告する。

謝 辞：本研究の栽培面において、貴重なご意見ならびにご指導をいただきました武田薬品株式会社・生薬研究所長尾弓郎園長ならびに渡辺齊氏、小宮威弥氏に深謝いたします。

Abbreviations: **alb:** albumen, **c:** cambium, **cot:** cotyledon, **cx:** cortex, **em:** embryo, **en:** endodermis, **ep:** epidermis, **h:** hair, **hpy:** hypocotyl, **ln:** lateral vein, **md:** midrib, **mp:** micropyle, **ph:** phloem, **roh:** root hair, **sd:** seed coat, **sec:** secretory tissue, **sta:** starch, **xy:** xylem.

引用文献および注

- 1) 第2報：安田真幸穂，五十嵐秀雄，鹿野美弘，木島正夫，生薬，38，331（1984）。
- 2) 北村四郎：“原色日本植物図鑑”，保育社，大阪，1980，草本編（Ⅱ），p. 191；大井次三郎，“新日本植物誌”，至文堂，東京，1983，p. 750。
- 3) 今関和泉，田口平八郎，薬誌，83，578（1963）；84，773，955（1964）；三橋 博，難波健輔，第90年会日本薬学会要旨集，札幌，1970。
- 4) 北島芳子，伊藤和子，田島宮男，薬誌，84，73（1964）；莊司行伸，門河敏明，増田義信，河島勝良，中村圭二，日薬理誌，65，196（1969）；莊司行伸，河島勝良，清水当尚，日薬理誌，70，425（1974）；渡辺和夫，後藤義明，村上 学，応用薬理，8，1105（1974）。
- 5) 難波恒雄，“原色和漢薬図鑑”，保育社，大阪，1980，上巻，p. 84；江蘇新医学院編，“中薬大辞典”，上海人民出版社，上海，1977，上冊，p. 919；中国医学科学院薬物研究所編，“中草药栽培技術”，人民衛生出版社，四川新華，1979，p. 270。
- 6) 渡辺 齐，小宮威弥，長尾弓郎，第28年会日本生薬学会要旨集，東京，1981。
- 7) 本田正治，“日本植物名彙”，恒星社版，東京，1957，p. 91。
- 8) 熊沢正夫，“植物器官学”，裳華房，東京，1980，p. 64。