

落花生の Ca 栄養に関する研究

第2報 莢実の生育に伴う無機成分 (Ca, P, K, Mg, Fe, Mn, Zn および Cu) の消長について

稲永醇二・大西裕子・野村啓一*・西原典則

(肥科学研究室)

昭和54年8月20日 受理

Role of Calcium in the Fruiting of Peanut, *Arachis hypogaea*

2. Accumulation of Mineral Elements (Ca, P, K, Mg, Fe, Mn, Zn and Cu) in the Fruit

Shunji INANAGA, Yūko ŌNISHI, Keiichi NOMURA* and Tsunenori NISHIHARA

(Laboratory of Plant Nutrition and Fertilizer)

緒 論

マメ科作物の莢実の生育に伴う無機成分の吸収, 移動, 集積などについては大豆^{5,12)}, グリンピース⁸⁾, インゲン⁹⁾ などで報告されている。落花生については有機成分の消長に関する研究は多いが^{15-17,19)}, 無機成分に関する研究は少ない¹⁸⁾。落花生は開花・授精後, 子房柄が伸長して地中に侵入し, 子房柄や莢からも養分を吸収して^{2-4,21)}, 莢実が肥大・成熟する特殊な作物である。したがって, 莢実の生育に伴う無機成分の消長も他のマメ科作物とは異なった推移を示すものと思われる。落花生の莢実の生育における Ca の役割を知り, 又落花生の合理的な肥培管理を行うために, 落花生の莢実における無機成分の栄養特性を明らかにすることは重要であると思われる。前報¹⁰⁾ において, 落花生を土壌に栽培し, 子房柄を砂(結実圏)に誘導して, 根圏および結実圏の Ca 濃度を変えた場合の莢実の生育および Ca 含有量について検討したが, 今回は前報と同様の装置を用いて落花生を栽培し, 莢実の生育に伴う無機成分の吸収, 移動, 集積, 分布などについて検討を行なった。

実験方法

1. 供試土壌

実験には Fig. 1 に示すような装置を用いた。すな

本報告の一部は1977年4月日本土壤肥科学会において発表された。

* アミノ飼料株式会社(黒磯市) Amino Feed Co. (Kuroiso shi)

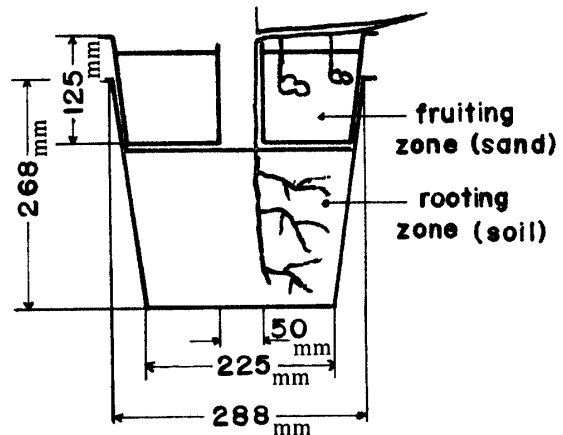


Fig. 1. Rooting and fruiting-containers.

わち, 根圏には鹿児島県茶業試験場(鹿児島県川辺郡知覧町永里)の腐植質火山灰土壌 6 kg 乾土相当量を 10 l 容ポリ容器に入れ, 結実圏には川砂 5.5 kg 乾物相当量を 6 l 容ポリ製のポットに充填した。使用した土壌の化学的性質および土壌に加えた肥料の量はそれぞれ Table 1 および Table 2 に示したとおりである。土壌は K_2CO_3 および $MgCO_3$ を用いて pH(KCl) 5.5 に調整した。なお根圏土壌には根粒菌を接種した。

川砂に加えた培養液組成は Table 3 に示したとおり

Table 1. Chemical properties of the soil used to the rooting-zone

pH	CEC (me)	Exchangeable bases (me)				
		H ₂ O	KCl	K	Na	Ca
5.3	4.7	26.9	2.4	0.5	1.7	0.5

Table 2. Fertilizers applied to the soil (Rooting-zone)

Element	Amount of fertilizer applied (g/pot)	Chemical form
N	0.5	NH ₄ H ₂ PO ₄ , (NH ₄) ₂ SO ₄
P	0.9	NH ₄ H ₂ PO ₄
K	1.3	K ₂ SO ₄ , K ₂ CO ₃
Mg	1.2	MgCO ₃

Table 3. Composition of nutrient solution added to the sand (Fruiting-zone)

Element	Concentration*1 (ppm)	Chemical form
N	616	NaNO ₃
P	490	KH ₂ PO ₄
K	616	KH ₂ PO ₄
Mg	580	MgSO ₄
Ca	2090	CaCl ₂
Mn	5.5	MnCl ₂ ·4H ₂ O
B	5.5	H ₃ BO ₃
Zn	1.1	ZnSO ₄ ·7H ₂ O
Cu	1.1	CuSO ₄ ·5H ₂ O
Mo	0.5	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4H ₂ O
Fe	5.5	EDTA-Fe**2

*1: To each of the pot was added 500 ml of this nutrient solution.

**2: EDTA-Fe was prepared with FeSO₄·7H₂O and Na-EDTA.

である。この培養液をポット当り 500 ml 添加した。

2. 実験材料

ウスプルンで消毒したバージニアタイプの千葉74号をガラスビーズに播種し、1975年5月26日に Fig. 1 に示した根圏土壤に移植した。落花生が開花・授精した後、伸長しはじめた子房柄を7月15日から8月14日にわたり Fig. 1 に示した結実圏に誘導した。結実圏に誘導した子房柄の数はポット当り50~60本であった。子房柄が結実圏に侵入した後、2, 3, 4, 5, 8 および12週目に各ポットから5個づつ試料を採取し、莢および種子に分け、種子はさらに基部と先端部に分け、各部位の新鮮重および乾物重を測定した。試料は過塩素酸および硝酸を用いて湿式分解し、Ca, Mg, Fe, Mn, Zn および Cu を原子吸光度法、P を比色法、K を蛍光光度法により測定した。なお、実験は3連で行ない、したがって各週に採取した試料の数は15個であった。又8および12週目の種子については成熟したものだけについて分析を行なった。

実験結果

1. 新鮮重

落花生の莢実について生育に伴う新鮮重の推移を示すと Fig. 2 のとおりである。

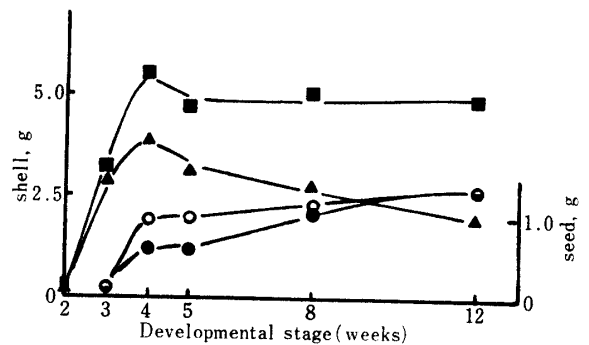


Fig. 2. Fresh weight of developing fruit.

■—■: fruit (shell and seeds) ▲—▲: shell
○—○: basal seed ●—●: head seed

まず、莢および種子の合計重についてみると、2週目から急速に増加して4週目に最大に達し、5週目以降はほとんど変化がみられなかった。次に各部位についてみると、莢では2週目から4週目にかけて急速に増加し、それ以後漸次減少した。種子では基部、先端部とも3週目から4週目にかけて急速に増加し、それ以後も漸増した。又先端部種子は基部種子に比して5週目まで小であったが、8週目以降は大差なかった。

2. 乾物重

莢実の生育に伴う乾物重の推移について示すと Fig. 3 のとおりである。

まず、莢および種子の合計重についてみると、2週目から急速に増加し、8週目に最大に達し、それ以後

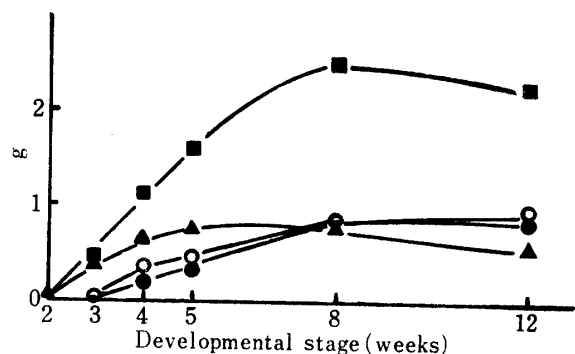


Fig. 3. Dry weight of developing fruit.

■—■: fruit (shell and seeds) ▲—▲: shell
○—○: basal seed ●—●: head seed

わずかに減少した。次に各部位についてみると、莢は2週目から4週目にかけて増加し、その後8週目までわずかに増加した。種子では、基部、先端部とも3週目から8週目まで増加したが、5週目までは先端部の種子が基部に比して小であった。

3. 無機成分含有量

Ca, P, K, Mg, Fe, Mn, Zn および Cu について莢実の生育に伴う含有量の推移を示すと Fig. 4 のとおりである。

莢実の元素含有量は各元素により異なった推移を示

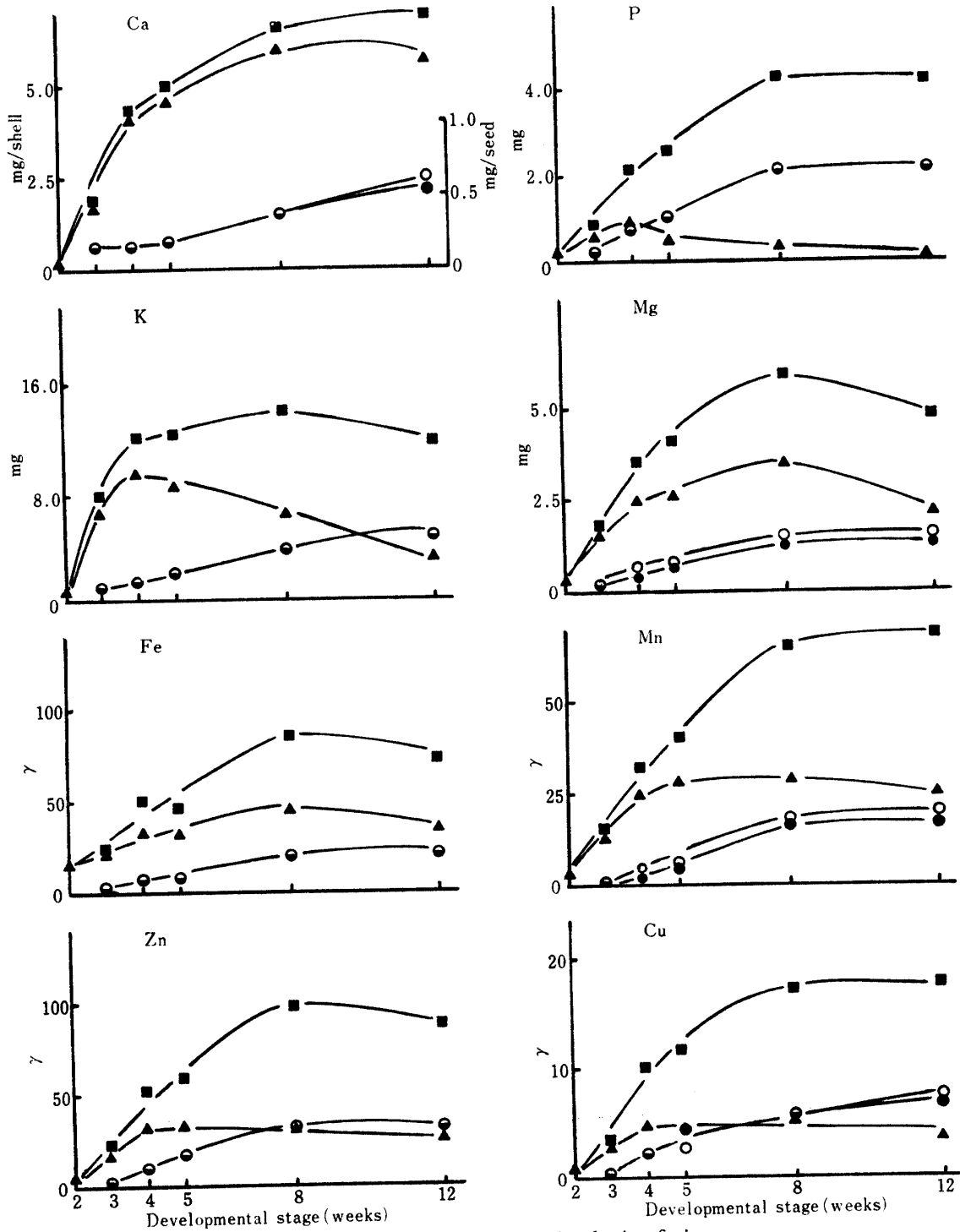


Fig. 4. Mineral contents in developing fruit.

■—■: fruit (shell and seeds) ▲—▲: shell
 ○—○: basal seed ●—●: head seed

した。すなわち、Ca についてみると、莢および種子の合計量は2週目から4週目まで急速に増加し、その後8週目まで漸増した。8週目以後の増加量はわずかであった。莢では2週目から4週目にかけて急速に増加し、8週目に最大に達し、その後ほとんど変化を示さなかった。種子では4週目までほとんど増加せず、

種子が成熟する5週目以降増加を示した。

P についてみると、莢および種子の合計量は2週目から8週目まで増加し、その後ほとんど変化しなかった。莢では2週目から4週目まで増加したが、その後減少した。又種子では基部・先端部とも8週目まで増加し、その後ほとんど変化を示さなかった。

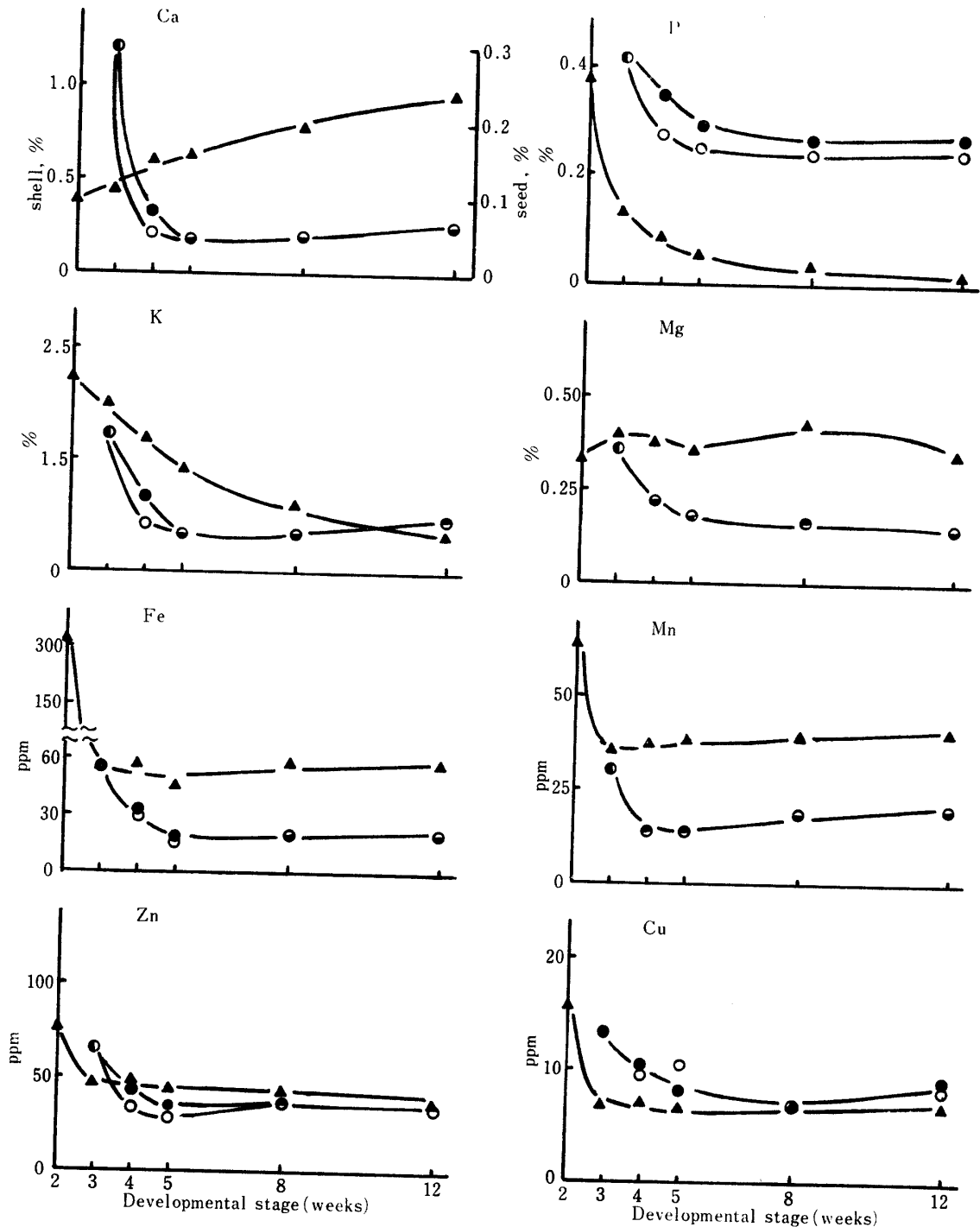


Fig. 5. Mineral concentration in developing fruit.

▲—▲: shell ○—○: basal seed ●—●: head seed

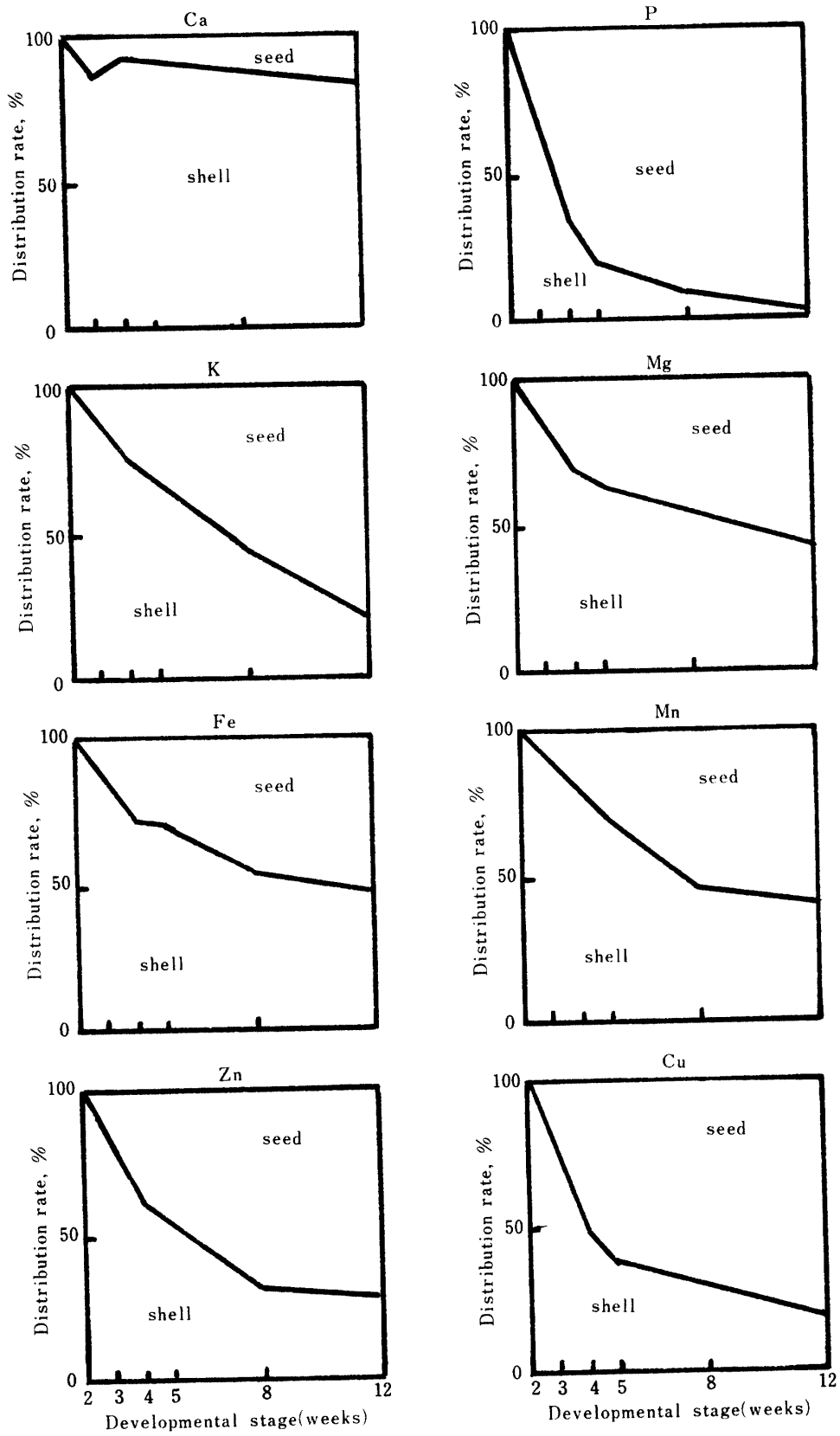


Fig. 6. Distribution of some elements in developing fruit.

Kについてみると、莢および種子の合計量は2週目から4週目にかけて急速に増加し、それ以後もわずかに増加したが、8週目以後は減少の傾向を示した。莢では2週目より4週目にかけて急速に増加し、その後減少した。種子では基部・先端部とも3週目から12週目まで増加した。

Mgについてみると、莢および種子の合計量は2週目から8週目まで増加し、その後減少した。莢では2週目から4週目にかけて急速に増加し、その後8週目まで漸増したが、12週目には減少した。種子では基部、先端部とも3週目から8週目まで増加したが、先端部の種子は基部に比してわずかに低く推移した。

Feについてみると、莢および種子の合計量は2週目から8週目まで増加し、その後わずかに減少した。莢も合計量の推移とほぼ同じ傾向を示したが、種子では生育に伴い漸増した。

Mn, Zn および Cu についてみると、莢および種子の合計量は2週目から8週目まで増加し、その後ほとんど変化しなかった。莢では2週目から4週目まで増加したが、その後ほとんど変化しなかった。種子では3週目から8週目まで明らかに増加し、その後大きな変化はみられなかった。

4. 無機成分含有率

莢実の生育に伴う各元素の含有率の推移について示すと Fig. 5 のとおりである。

この図から明らかのように、莢では各元素により異なった推移を示したが、種子では各元素とも同じような推移を示した。すなわち莢では Ca 含有率は莢実の生育に伴い漸次増加したが、P は2週目から3週目にかけて急速に減少し、それ以後も漸次減少の傾向を示した。K は莢実の生育に伴い漸次減少したが、Mg は莢実の生育期間中大きな変化を示さなかった。Fe, Mn, Zn および Cu は2週目から3週目にかけて急速に減少し、それ以後大きな変化を示さなかった。

種子ではいずれの元素も3週目から5週目にかけて基部、先端部とも減少し、それ以後大きな変化を示さなかった。先端部種子は基部種子に比して P 含有率が生育期間を通して高く推移し、Ca, K は4週目、Zn は4, 5週目において高かった。その他の元素はいずれも先端部と基部種子の間に含有率の差異はみられなかった。

5. 無機成分の分布割合

各元素について莢実の生育に伴う莢および種子の分布割合の推移を示すと Fig. 6 のとおりである。

すなわち無機成分の莢および種子における分布割合

は種子の生育に伴いいずれも種子の占める割合が増加したが、その推移は各元素により異なった。まず Ca についてみると、生育期間を通して莢の占める割合が著しく大であった。種子の分布割合は3週目から4週目にかけて減少し、その後種子の成熟に伴い漸次増加し、12週目において16%であった。

次に P についてみると、種子への分布割合は2週目から5週目にかけて急速に増加し、その後も漸増し、12週目には97%に達した。

K, Mg, Fe および Mn についてみると、いずれも種子の生育に伴い種子への分布割合が漸次増加したが、5週目までは莢が種子よりも大であった。12週目における K の種子への分布割合は78%であったが、Mg, Fe および Mn はそれぞれ58, 52および60%であった。

Zn および Cu についてみると、Zn は5週目、Cu は4週目において莢と種子の割合がほぼ等しくなり、12週目には種子の分布割合が Zn では72%, Cu では80%を示した。

考 察

前報¹⁰⁾では落花生を根圏と結実圏の Ca 濃度を変えて栽培し、結実圏の Ca 不足は落花生の空莢の発生率を高めること、および莢実の生育の各段階で大きな影響を及ぼすことを報告した。このように Ca は落花生の結実に大きな影響を及ぼしているにも拘らず、Ca の生理的な役割については不明な点が多い。落花生の莢実の生育における Ca の役割を明らかにするためには、莢実の生育に伴う養分の特性を知る必要があるものと思われる。落花生の莢実部における養分の消長に関して、脂質、蛋白質、炭水化物などの有機成分についての報告は多くなされている^{15-17,19)}。無機成分について Loganathan ら¹³⁾の報告があるが、それは栄養体を含めた全植物体について検討されたものであり、莢実の生育期間に焦点をあてて検討された報告は少ない。本報では落花生の莢実の生育における無機成分の栄養特性を明らかにするために実験を行なった。すなわち、Fig. 1 に示した装置を用いて腐植質火山灰土壌(根圏)に落花生を栽植し、開花・授精後、伸長してきた子房柄を川砂(結実圏)に誘導した。結実圏の養分を補給するため、川砂には培養液(Table 3)を加えた。子房柄が結実圏に侵入した後、2, 3, 4, 5, 8 および12週目に試料を採取し、分析に供した。なお根圏土壌の置換性 Ca は 1.70 me であり、根圏土壌に加えた肥料の量は Table 2 に示したとおりである。

落花生の莢実の生育に伴う新鮮重および乾物重の推

移を示すと Fig. 2 および Fig. 3 のとおりである。

まず、莢および種子の合計重についてみると、新鮮重は莢の肥大する 2 週目から 4 週目まで急速に増加し、5 週目以降はほとんど変化しなかった。また乾物重は 2 週目から 8 週目まで増加し、その後わずかに減少した。次に各部位についてみると、莢では新鮮重は 2 週目から 4 週目にかけて急速に増加し、それ以後減少した。一方乾物重は 2 週目から 4 週目まで増加し、8 週目から 12 週目にかけてわずかに減少した。水野¹⁴⁾ は莢における炭水化物、N 成分などが莢実の生育に伴い減少することを報告している。種子においては新鮮重は 3 週目から 4 週目にかけて急速に増加し、その後種子の成熟に伴い漸増した。又乾物重は 3 週目から 8 週目まではほぼ直線的に増加し、その後 12 週目までわずかに増加した。

Dure⁷⁾ はマメ科植物の種子の生育過程において、まず細胞分裂が起こり、その後種子の肥大・成熟に伴って蛋白質、澱粉などの集積が始まると述べている。又落花生において脂質の生成は種子の成熟期間にもっとも盛んであることが知られている^{14, 17, 19)}。本試験において種子の新鮮重と乾物重が異なった推移を示したが、これは種子の生育においてまず細胞が肥大し、その後脂質などの成分が蓄積されたためと思われる。

莢実の生育に伴う各元素の含有量の推移を示すと Fig. 4 のとおりである。莢実の生育に伴う元素含有量の推移は各元素により異なった。まず Ca 含有量についてみると、莢と種子の合計量は莢の肥大する 4 週目まで急速に増加し、それ以降も漸増した。莢の Ca 含有量の推移は合計量の推移とほぼ同じであった。これは莢実部の Ca の大部分が莢に存在するためである。種子では他の元素の多くが種子の生育の初期から増加したのに対し、Ca は 3 週目から 5 週目までほとんど増加せず、種子の成熟する 5 週目以後増加した。Dieckert ら⁶⁾ は落花生の種子を比重によって分画し、Ca は細胞壁にもっとも多く存在し、また protein rich fraction (aleurone grain) にも存在していることを明らかにした。著者ら¹¹⁾ は X 線マイクロアナライザーを用いて成熟した種子中の Ca の分布を調べ、Ca は細胞壁に局在するが、細胞内の果粒にも存在していることを明らかにした。一方落花生の種子における脂質の生成は種子が成熟する 5 週目以後にもっとも大となり、又塩基と結合した脂肪酸も増加することが報告されている^{14, 19)}。これらのことから種子の成熟期に種子に移行した Ca は大部分が細胞壁に蓄積されるが、aleurone grain の形成や遊離脂肪酸の中和にも使用さ

れるものと思われる。

次に P 含有量についてみると、莢および種子の合計量は莢実の生育に伴い 8 週目まで増加し、その後はほとんど変化しなかった。莢では莢の肥大する 2 週目から 4 週目にかけて増加し、その後漸次減少した。又種子では 2 週目から 8 週目まで増加した。これらの結果から根および莢から吸収された P は莢実の生育に伴い莢実部へ供給されるが、莢実の生育初期には主として莢に集積され、種子の肥大に伴い莢および植物体の他の部位から種子へ転流するものと考えられる。マメ科作物について Wheeler ら²⁰⁾ はソラマメを、また Garz⁹⁾ はグリーンピースを用いて種子の P を形態別に分画し、種子の生育初期には RNA, DNA, 成熟期には phytin 態の P がそれぞれ 5~6 割であったと報告している。落花生において、RNA, DNA は種子の肥大に伴って増加することが認められており^{14, 18)}、又 Dieckert ら⁶⁾ は成熟した種子において P は aleurone grain にもっとも多く含まれていることを明らかにしているが、落花生の種子における P の形態と機能の解明は今後の検討にまたなければならない。

K 含有量についてみると、莢および種子の合計量は 4 週目まで急速に増加し、その後わずかに増加したが、8 週目以後は減少した。莢では莢の肥大に伴い 4 週目まで急速に増加し、それ以後は種子の成熟に伴い減少した。種子では生育初期から成熟期まで増加した。マメ科作物において、K は莢に集積される傾向があり、莢から種子への転流は少ないといわれている^{5, 8, 12)}。本試験の結果によれば、落花生は他のマメ科作物とは異なり、K は莢が肥大する時期に莢に集積し、種子の成熟に伴って莢から種子へ転流するものと思われる。

Mg 含有量についてみると、莢および種子の合計量は 2 週目から増加をつけ、8 週目に最大に達し、その後減少した。4 週目までの増加は莢における集積が、又それ以降の増加は種子における集積が大きく関与した。8 週目以降において莢の含有量が減少したが、その理由については明らかでない。

Fe 含有量についてみると、莢および種子の合計量および莢は生育初期から 8 週目まで増加し、その後わずかに減少した。

Mn, Zn および Cu の含有量についてみると、いずれも莢および種子の合計量は 8 週目まで増加した。莢では各元素とも莢の肥大する 2 週目から 4 週目にかけて増加し、その後種子の成熟する期間はほとんど増加しなかった。又種子では 3 週目から 8 週目まで増加した。これらの結果から Mn, Zn および Cu は他の元素

と異なり、莢では莢に集積する成分の大部分が莢肥大期までに集積し、種子の肥大・成熟過程において莢から種子への転流はほとんど行なわれなかったものと思われる。

莢実の生育に伴う各元素の含有率の推移を示すと Fig. 5 のとおりである。

まず莢についてみると、各元素により含有率の推移は異なった。すなわち莢の生育に伴い Ca は漸増した。Ca は植物体内における移動性の小さい元素の一つである。莢において Ca 含有率が生育に伴い増加したのは、生育前半においては莢における集積速度が乾物生産速度より大であったためであり、生育後半においては有機成分の種子やその他への転流による乾物の減少に起因しているものと思われる。P は莢の生育に伴って急速に減少し、K は漸減した。これは P および K が種子の肥大・成熟に伴い莢から種子へ転流したためであると思われる。Mg は莢の生育期間中ほとんど変化しなかったが、これは莢における乾物生産速度と Mg 吸収速度、および有機成分と Mg の莢からの転流速度が平衡を保ったことによるものと思われる。Fe, Mn, Zn および Cu は莢の肥大する 2 週目から 3 週目にかけて急速に減少し、それ以降ほとんど変化しなかった。

次に種子についてみると、各元素とも種子の肥大する 3 週目から 5 週目にかけて急速に減少し、それ以降はほとんど変化しなかった。落花生の種子では、種子の肥大する時期には脂質、蛋白質などが合成され、又澱粉が蓄積することが報告されており^{14-17,19)}、本試験において 3 週目から 5 週目にかけて各元素の種子への転流速度が有機成分の生成・蓄積速度に比して小さかったものと思われる。

各元素について莢実の生育に伴う莢および種子への分布割合の推移を示すと Fig. 6 のとおりである。すなわち、各元素とも種子の生育に伴い種子の分布割合が大となったが、その推移は元素により異なった。まず Ca についてみると、その 80% 以上が莢に分布した。種子への分布割合は種子が肥大する 3 週目から 4 週目にかけて一時的に減少し、その後種子の成熟に伴いわずかに増加した。これは Fig. 4 から明らかのように Ca の莢から種子への転流が著しく少なかったことによるものと考えられる。これに対し体内を移動しやすい P では種子の分布割合は種子の生育に伴って増加し、4 週目には莢より大となり、成熟期には莢実部の P の 97% が種子に存在した。その他の元素はいずれも種子の肥大・成熟に伴って種子への分布割合が

漸次増加した。成熟期の莢実部において各元素の種子への分布割合は次の順序であった。P≫Cu, K, Zn>Mg, Mn>Fe≫Ca。この順序は概して植物体内における元素の移動性の難易を示していると思われる。

摘 要

落花生の莢実の生育に伴う無機成分 (Ca, P, K, Mg, Fe, Mn, Zn および Cu) の吸収、移動、集積などについて検討を行なった。

1. 莢において元素の含有量はいずれも 2 週目から 4 週目まで増加したが、それ以降は元素により異なった。すなわち、Ca, Mg および Fe は漸増し、P および K は減少した。又 Mn, Zn および Cu はほとんど増加しなかった。

2. 種子の元素含有量の推移は Ca と他の元素で異なった。すなわち、Ca は種子の肥大する 5 週目までほとんど変化せず、種子の成熟する 5 週目以降に増加したが、他の元素は生育初期より漸増した。

3. 莢実の生育に伴う莢の元素含有率の推移は元素により異なった。すなわち、Ca は 2 週目より漸増し、P および K は漸減したが、Mg は生育期間中ほとんど変化しなかった。その他の元素はいずれも 2 週目から 3 週目にかけて急速に減少し、それ以降ほとんど変化しなかった。

4. 種子の元素含有率はいずれも 3 週目から 5 週目にかけて急速に減少した。

5. 莢実の生育に伴う各元素の分布割合の推移は元素により異なった。すなわち生育各期において Ca は莢における割合が、又 P は種子における割合が他の元素に比して極めて大であった。成熟期における各元素の種子への分布割合は次の順序であった。P≫Cu, K, Zn>Mg, Mn>Fe≫Ca。

謝辞 この研究を行なうにあたり落花生の種子を分与していただいた千葉県農業試験場落花生育種研究室ならびに根粒菌をいただいた鹿児島県農業試験場土壌肥料部の各位に謝意を表したい。

文 献

- 1) Aldana, A. B., Fites, R. C. and Pattee, H. C.: Changes nucleic acid, protein and ribonuclease activity during maturation of peanut seeds. *Plant. Cell Physiol.*, **13**, 515-521 (1972)
- 2) Beringer, H. and Taha, M. A.: ⁴⁵Ca absorption by cultivars of groundnut. *Expl. Agri.*, **12**, 1-7 (1976)
- 3) Bledose, R. W., Comar, C. I. and Harris, H. C.: Absorption of radioactive calcium by the peanut fruit.

- Science*, **109**, 329-330 (1949)
- 4) Chahal, R. S. and Virnami, S. M.: Preliminary report on the relative absorption of calcium and sulphur by the roots and gynophores of groundnut. *Indian J. agri. Sci.*, **43**, 1037-1040 (1973)
 - 5) Derman, B. D., Rupp, D. C. and Nooden, L. D.: Mineral distribution in relation to fruit development and monocarpic senescence in Anoka soybeans. *Amer. J. Bot.*, **65**, 205-213 (1978)
 - 6) Dieckert, J., Snowden, J. E., Moode, A. T., Heintelman, D. C. and Altschul, A. M.: Composition of some subcellular fractions from seeds of *Arachis hypogaea*. *J. Food Sci.*, **27**, 321-325 (1962)
 - 7) Dure, L. S.: Seed formation. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **26**, 259-278 (1975)
 - 8) Garz, J.: Menge, Verteilung und Bindungstom der Mineralstoffe (P, K, Mg und Ca) in den Leguminosensamen in Abhängigkeit von der Mineralstoffumlagerung innerhalb der Pflanze und den Ernährungsbedingungen. *Kuhn-Archiv.*, **80**, 137-194 (1966)
 - 9) 堀口 毅・瀬尾由美子・西原典則: マメ科植物の種子成熟過程 (第1報). 土肥講要旨, **20**, 62. (1974)
 - 10) 稲永醇二・長崎裕子・堀口 毅・西原典則: 落花生の Ca 栄養に関する研究 (第1報) 莢実の生育に及ぼす Ca の影響. 鹿大農学術報告, **No. 29**, 133-142 (1979)
 - 11) 稲永醇二・野村啓一・堀口 毅・西原典則: 落花生の Ca 栄養に関する研究 (第5報) 莢実内の Ca 分布について. 土肥講要旨, **24**, 102 (1978)
 - 12) 昆野昭晨: ダイズの子実生産機構の生理学的研究. 農技研報 D, **27**, 139-295 (1976)
 - 13) Loganathan, S. and Krishnamoorthy, K. K.: Total uptake of nutrients at different stages of the growth of groundnut and rations in which various nutrient elements exist in groundnut plant. *Plant and Soil*, **46**, 565-570 (1977)
 - 14) 水野 進: 落花生の結実に及ぼすカルシウムの影響に関する研究, 兵庫農大紀要, **18**, 1-69 (1965)
 - 15) 西川五郎・三上藤三郎: 落花生子実の發育に関する研究 (第1報) 子実の發育と油脂及蛋白質の生成, 日作紀, **18**, 71-73 (1949)
 - 16) Pattee, H.E., Purcell, A.E. and Johns, E.B.: Changes in carotenoid and oil content during maturation of peanut seed. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, **46**, 629-631 (1969)
 - 17) Pickett, T. A.: Composition of developing peanut seed. *Plant Physiol.*, **25**, 210-224 (1950)
 - 18) Pudd, T. P. and Fites, R. C.: Association of the thymidine and uridine kinase activities with changes in nucleic acid levels during peanut fruit ontogeny. *Phytochem.*, **11**, 1631-1636 (1972)
 - 19) 芝原 章・福永 誠・山庄司志朗・吉田弘美・梶本五郎: 成熟期における落花生種子の脂質, 脂肪酸およびトコフェノール組成の変動について. 農化誌, **51**, 575-581 (1977)
 - 20) Wheeler, C. T. and Boulter, D.: Nucleic acids of developing seeds. *J. Exp. Bot.*, **18**, 229-240 (1967)
 - 21) 山田 登・長田明夫・加藤智通: 落花生の根と子房柄による放射性磷酸の吸収. 農業技術, **9** (2), 30-32 (1953)

Summary

In order to investigate the accumulation of some mineral elements (Ca, P, K, Mg, Fe, Mn, Zn and Cu) during the fruit development, peanut-plants were cultivated in the soil. After the gynophore was penetrated into the fruit-zone (sand), the fruit was harvested at the 2nd, 3rd, 4th, 5th, 8th and 12th weeks, respectively. The results obtained were as follows:

- 1) The mineral contents in the shell increased at the shell-enlarging-stage covering the period from the 2nd to the 4th week, but at the period beyond the 4th week they were observed to have been different among these elements; Ca and Mg increased, P and K decreased, and the other elements were left the some.
- 2) Ca content in the seed did not increased in the seed-enlarging-stage, and then began to increase at the seed-maturing-stage, while the contents of the other elements increased at the seed-enlarging-stage.
- 3) Ca concentration in the shell began to increase at the 2nd week, Mg did not increase through fruit-development and the other elements decreased remarkably at the early stage of fruit-development, or at the period from the 2nd to the 3rd week, and did not decrease after the 3rd week.
- 4) All the concentrations of the elements in the seed decreased at the seed-enlarging-stage, or at the period from the 3rd to 5th week.
- 5) Through the maturing-stage, the increasing rates of the distribution of the mineral elements to the seed in the fruit were as follows; $P \gg Cu, K, Zn > Mg, Mn > Fe \gg Ca$. Concerning the distribution rate of the mineral elements to the seed in the fruit, that of Ca was far less, and that of P was larger, than those in the other elements.