

## 岡山県でみられたジャガイモの マグネシウム欠乏症について\*

川合貴雄・市川裕雄・坪井 勇

Magnesium Deficiency of Potato in Okayama Prefecture

Takao KAWAI, Hiroo ICHIKAWA and Isamu TSUBOI

### 緒 言

岡山県邑久郡牛窓町および邑久町では、種用ジャガイモが80ha、食用ジャガイモが280ha栽培されている。ところが、1974年ころからジャガイモの生育後半に葉脈間または葉縁部が褐変し、著しい株では落葉する被害が発生した。このために種用ジャガイモの検疫にあたって検疫対象病害との判別が困難になり、著しい支障をきたすうえに、種用および食用を問わず、被害株はいもの肥大が劣り、生産性が極めて低下した。

この被害は症状から判断してK又はMgの欠乏<sup>2,3,4,7)</sup>が推定された。そこで被害圃場の土壌分析およびジャガイモの葉分析を行った結果、Mgの影響が顕著であり、さらに苦土肥料の施用によって被害が防止あるいは軽減できたことから、Mg欠乏によるものと判定した。ジャガイモのMg欠乏症状については、かなり古くから報告されてはいる<sup>3,4,6)</sup>が、症状の一部がこれらの報告とは若干異なるうえに報告事例が少ないことから、ここにその結果を報告する。

調査および試験を行うにあたって御高配をいただいた岡山農業改良普及所邑久支所および牛窓町農業協同組合の関係各位と原稿の校閲をいただいた当场野菜・花部長秋山昌弘氏に対して深謝の意を表する。

### 調査及び試験方法

#### 1. 被害の実態調査

1975年および1976年に牛窓町のジャガイモ栽培圃場における被害状況、土壌分析およびジャガイモの葉分析を

行った。

土壌の置換性塩基類はpH7.0の酢酸アンモニウムで抽出した後、K<sub>2</sub>Oは炎光法、CaO及びMgOは原子吸光法で定量した。葉分析は葉身を60°Cで乾燥させ、粉碎した後乾式で灰化し、K<sub>2</sub>Oは炎光法、CaO及びMgOは原子吸光法で行った。

#### 2. 施肥効果試験

試験圃場：牛窓町紺浦の畑地（流紋岩壤土）を供試した。

試験区：試験1では、硫酸苦土(10kg/a)施用、消石灰(10kg/a)施用、無施用の各区、試験2では、苦土石灰(10kg/a)施用、硫酸苦土(10kg/a)施用、無施用の各区、試験3では、苦土入燐加安(16-8-10-MgO4)8.5kg/a施用、馬鈴薯専用化成(12-6-11-MgO2)11.5kg/a施用、燐加安14号(14-10-13)10.0kg/a施用、燐加安44号(14-17-13)10.0kg/a施用の各区を設けた。

区制：一区3.3m<sup>2</sup>、2連制とした。

供試品種および栽培法：第1表に示すとおりである。

### 調査及び試験結果

#### 1. 症 状

生育前期には症状を現わさないが、着蕾期以後の生育後期になると発現する。最初、下位葉ないし中位葉に発現し、次第に上位葉に及ぶ。被害葉の症状は第1図に示すとおりであり、葉脈間または葉縁部が最初から褐変する場合と黄化した後、褐変する場合とがみられた。褐変

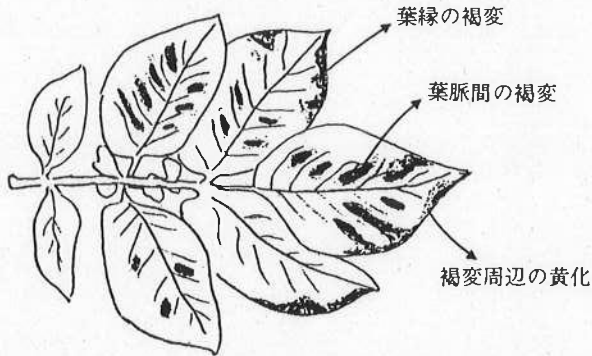
第1表 供試品種および栽培法

試 験	試験年次	作 型	品 種	播 種 (月/日)	三要素施肥量 (kg/a)		
					N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	1975	秋 作	セ ト ユ タ カ	9/5	1.8	1.3	1.7
1	1976	春 作	セ ト ユ タ カ	3/18	1.4	0.7	1.3
2	1976	秋 作	セトユタカ・ウンゼン	9/20	1.6	1.0	1.4
3	1976	秋 作	セ ト ユ タ カ	9/10	1.4	1.0	1.3

\* 本報告の要旨は園芸学会中四国支部昭和55年度大会で講演発表した。  
1984年12月27日受理

症状が進行すると、その部分が脱落して葉脈だけが網目状に残り、さらに進行すると複葉全体が落葉する。

被害株のなかには、中位葉から上位葉にかけて小葉が中肋を中心に折り重なり、葉縁は上向き、盃状になっているものもみられる。この症状は一見、当代感染した葉まき病に類似する。



第1図 被害葉の症状

## 2. 被害の発生状況

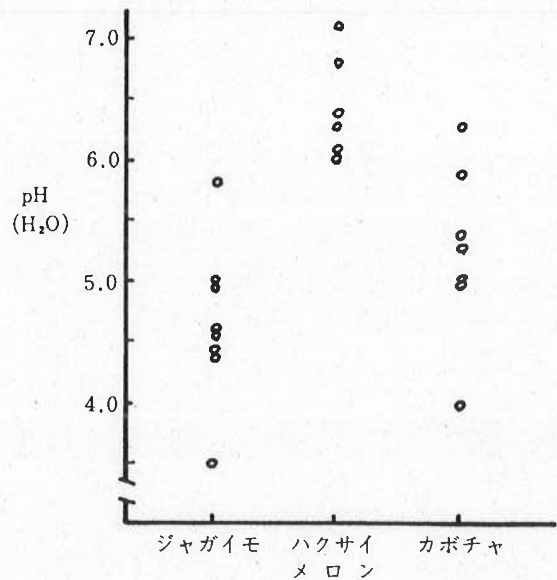
被害は1974年に確認され、翌年にはかなりの被害をみた。被害地区は牛窓町鹿忍・紺浦・中浦・幡地区、邑久町敷井・虫明・庄田地区などである。これらの地区の圃場は花こう岩、花こう斑岩および流紋岩を母材とする壤土ないし砂壤土である。畑地は傾斜地が多く、作土層が浅かった。1975年には台風5号の大雨によって傾斜畑の多くは表土が流され、心土が露出したが、とくにこれらの圃場で被害が顕著であった。

当地区のジャガイモは、春作では主として水田で水稻と組合せているが、秋作では畑地を利用している。畑地での作付体系は、春作がジャガイモになると秋作はハクサイ、キャベツ、カリフラワーになる。秋作がジャガイモになると、その跡の春作はカボチャ、ジャガイモ、スイカ、プリンスメロンなどになる場合が多い。被害はこれらの作付体系のうち、水稻との組合せでもみられるが、畑地におけるジャガイモの連作圃場やカボチャとの組合せ圃場に多くみられた。

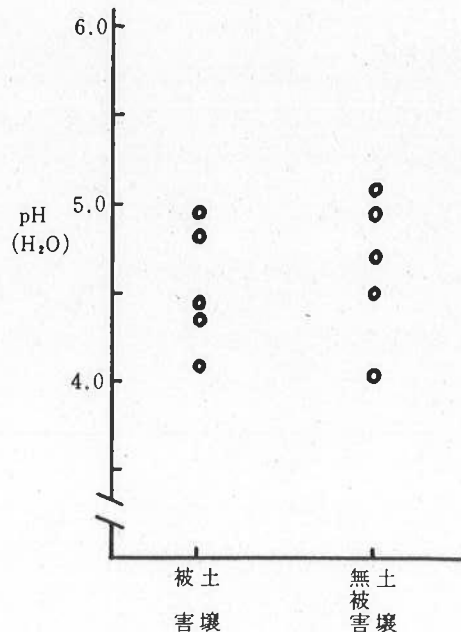
## 3. 被害圃場の土壌分析

ジャガイモ作付圃場の pH は第2図に示すとおりである。全般に酸性土壌が多く、とくにジャガイモ連作圃場やカボチャとの組合せ圃場で pH が低かった。つぎに、被害発生圃場内で被害土壌と無被害土壌とに分けて pH を調査した結果は第3図に示すとおりである。発生圃場は強酸性土壌であったが、被害土壌と無被害土壌との差はほとんどみられなかった。

被害発生圃場の置換性塩基類は第2表に示すとおりで



第2図 ジャガイモの前後作作物と土壌 pH



第3図 被害発生圃場の土壌 pH

ある。被害土壌は無被害土壌に比べて、 $K_2O$  が多く、 $CaO$  及び  $MgO$  が著しく少なく、 $MgO/K_2O$  がきわめて低かった。

## 4. 被害葉の無機成分

被害葉と無被害葉の  $K_2O$ 、 $CaO$  及び  $MgO$  を分析した結果は第3表に示すとおりである。被害葉は無被害葉に比べて、 $CaO$  はわずかに少なく、 $MgO$  は極めて少な

第2表 被害の有無と土壌 pH, 置換性塩基 (乾土 100 g 中)

被害の有無	pH (H <sub>2</sub> O)	K <sub>2</sub> O (mg)	CaO (mg)	MgO (mg)	MgO/K <sub>2</sub> O	MgO/CaO
有	5.5	36.0	47.3	5.0	0.14	0.14
無	5.0	15.6	100.8	17.1	1.10	0.17

第3表 被害葉の無機成分含有率

作型	圃場の区別	品種	被害の有無	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	MgO (%)	MgO/K <sub>2</sub> O	MgO/CaO
春作	A	セトユタカ	有	9.98	0.98	0.20	0.02	0.20
	B	〃	無	7.20	1.99	1.26	0.18	0.63
秋作	C	セトユタカ	有	9.07	0.50	0.15	0.02	0.30
	C	〃	無	10.56	0.84	0.83	0.08	0.99
	D	農林1号	有	7.37	0.67	0.20	0.03	0.30
	D	〃	無	8.45	1.06	0.53	0.06	0.50
	E	デジマ	有	8.83	0.90	0.15	0.02	0.17
	E	〃	無	7.01	1.29	1.49	0.21	1.16

った。すなわち、秋作における無被害葉は CaO 0.84~1.29%, MgO 0.53~1.49% であるのに対して、被害葉は CaO 0.50~0.90%, MgO 0.15~0.20% であった。

### 5. 苦土および石灰肥料の施用効果

**試験1** 秋作および春作における硫酸苦土と消石灰の施用効果は第4表に示すとおりである。被害は、無施用区では作型に関係なく顕著であったのに対して、硫酸苦土施用区では秋作で極めて少なく、春作では全くみられなかった。消石灰施用区は無施用区に比べて、秋作では

被害程度がわずかに少なかったが、春作では差がみられなかった。

収量は硫酸苦土施用区が最も多く、次いで消石灰施用区であった。消石灰施用区は無施用区に比べて、被害程度に差はないが、多収を示した。

つぎに、土壌の pH および置換性塩基類と葉中無機成分含有率とを第5表に示した。硫酸苦土施用区は無施用区に比べて、MgO は土壌中に多く、葉中含有率も高かったが、CaO 及び K<sub>2</sub>O は土壌中にも葉中にも少なかった。消石灰施用区は無施用区に比べて、土壌 pH は高く、CaO は土壌中に多く、葉中含有率も高かった。

**試験2** 苦土石灰施用効果は第6表に示すとおりである。土壌 pH は苦土石灰施用区が無施用区や硫酸苦土施用区より高かった。被害は、硫酸苦土施用区は皆無であったのに対して、苦土石灰施用区は無施用区より少なかったものの若干みられた。しかし、収量は苦土石灰施用区が無施用区や硫酸苦土施用区より多かった。葉中の MgO 含有率は、苦土石灰施用区は無施用区より高く、硫

第4表 苦土および石灰肥料の施用効果

試験区	被害程度		収量 (kg/a)	
	1975年秋作	1976年春作	1975年秋作	1976年春作
硫酸苦土施用	+	-	284	222
消石灰施用	+	+	237	191
無施用	+	+	224	128

第5表 苦土および石灰肥料の施用と置換性塩基および葉中無機成分含有率

試験区	pH (H <sub>2</sub> O)	置換性塩基 (乾土 100g)					葉中無機成分含有率 (%)					
		1975年秋作					1975年秋作			1976年春作		
	1976年春作	K <sub>2</sub> O (mg)	CaO (mg)	MgO (mg)	MgO/K <sub>2</sub> O	MgO/CaO	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
硫酸苦土施用	4.25	51.0	23.1	16.8	0.33	0.73	7.44	0.35	0.71	8.93	0.29	0.76
消石灰施用	4.70	36.1	37.0	3.2	0.09	0.09	5.88	0.69	0.15	14.88	0.62	0.18
無施用	4.25	46.8	27.6	3.8	0.08	0.14	6.63	0.46	0.15	10.08	0.45	0.18

第6表 苦土石灰施用効果

品種	試験区	被害程度	収量 (g/株)	土壌 pH(H <sub>2</sub> O)	葉中無機成分含有率 (%)		
					K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
セトユタカ	苦土石灰	+	154	5.00	10.42	0.90	0.45
	硫酸苦土	-	124	4.37	10.56	0.50	0.96
	無施用	#	100	4.60	10.22	0.67	0.22
ウンゼン	苦土石灰	+	113	5.20	8.83	0.90	0.45
	硫酸苦土	-	87	4.20	7.68	0.53	1.13
	無施用	#	29	4.60	6.67	0.45	0.15

第7表 苦土入化成肥料の施用効果

試験区	被害程度	収量 (kg/a)
苦土入磷加安 (Mg 0.4%) 施用	#	239
馬鈴薯専用化成 (Mg 0.2%) 施用	#	242
磷加安 14号 施用	#	157
磷加安 44号 施用	#	182

酸苦土施用区より低かった。しかし、葉中の CaO 含有率は、苦土石灰施用区が最も高かった。

**試験3** 苦土入化成肥料の施用効果は第7表に示すとおりである。苦土入化成肥料施用の各区は苦土を含まない化成肥料の各区に比べて、被害は軽く、収量は多かった。

## 考 察

本症状は発生の実態からみて、要素欠乏と判断されることから、要素欠乏症状の検索表<sup>7)</sup>によって診断すると K 又は Mg 欠乏に該当する。三井<sup>3)</sup>はジャガイモの K 欠乏症について、葉は暗緑色を呈し、葉脈間がクロロシス気味になり、特に下葉の周辺や先端から多数の小さな暗褐色斑点ができて枯死して行くと報告している。石塚<sup>3)</sup>はジャガイモの Mg 欠乏について、葉は小型で色が少し淡くあせて見え、中央の葉脈部が凹み、葉辺は上向きになって、葉脈間に褐変が起り、これが次第に広がってゆき、枯れると報告している。また、山崎<sup>4,10)</sup>は次のように述べている。すなわち、ジャガイモの Mg 欠乏は、葉の先端からはじまったクロロシスが、次第に葉の中央部にむかい、欠乏がひどい場合には、黄化部は褐変し、死んだ部分ができ、葉の先はしばしば破れる。しかし、K 欠乏の場合は黄化が軽く、葉が青緑色になって裏側に屈曲し、また葉縁に褐変が起るので Mg 欠乏と大体区別できるとしている。

筆者らの観察では、山崎あるいは石塚の報告と概ね一

致するが、葉脈間の黄化はあまりなく、葉縁から褐変し、暗褐色の斑点もみられるなど K 欠乏に近い症状を呈する場合があります、症状だけでは Mg 欠乏と判定し得ない。

そこで、土壌分析および葉分析の結果を加えて考察すれば次のとおりである。ジャガイモの生育に適する土壌酸度は pH 5.0~6.5 であり、pH 5.0 以下では収量が低下し、pH 4.7 以下になると生育が著しく劣るといわれている。牛窓町におけるジャガイモ栽培圃場の土壌酸度はほとんど pH 5.0 以下であり、pH 4.0 以下の圃場もみられるので生育が劣り、何らかの生育障害が発生することは十分考えられるが、土壌 pH と被害との関係は明らかでなかった。

しかし、土壌酸度が酸性側に傾くと Ca 及び Mg が欠乏しやすい。山崎ら<sup>10)</sup>は、Mg 欠乏土壌における置換性 MgO 含量は乾土 100g 中 10mg 以下が多いとし、杉山ら<sup>9)</sup>も山梨県の花こう岩砂質土壌で数種類の野菜の Mg 欠乏症を調査して、Mg 欠乏の発生限界は乾土 100g 中の MgO が 10mg 前後ではないかと推定している。筆者らの調査圃場では、被害土壌は MgO 5mg/乾土 100g、無被害土壌は MgO 約 17mg/乾土 100g であった。このことから、被害土壌では Mg がかなり不足しているものと考えられる。

置換性 CaO は 100mg/乾土 100g 以下で欠乏症がやすい<sup>9)</sup>とされているが、牛窓町における被害土壌は 47mg/乾土 100g 以下であったことから、Ca も欠乏していると推測された。

置換性 K<sub>2</sub>O は 10mg/乾土 100g 以下で欠乏症がやすい<sup>9)</sup>とされているが、被害土壌、無被害土壌ともに 16mg/乾土 100g 以上であり、試験圃場では 40~50mg/乾土 100g 含まれており、欠乏よりもむしろ過剰を問題としなければならないほどであった。高橋ら<sup>9)</sup>によると、K 過剰害は 30~40mg/乾土 100g を発生の目安としており、K が過剰に存在すると Ca 又は Mg との拮抗作用によって Ca 又は Mg の欠乏を起こす場合があるとしている。

置換性塩基類の比の重要性については広く知られると

ころである。Bear, F. E., et A. L.<sup>1)</sup>は、理想的な塩基の比は CaO:MgO:K<sub>2</sub>O が64:11:5であると述べ、また山崎ら<sup>11)</sup>は、Mg 欠乏は MgO が10~20mg/乾土 100g 存在しても、置換性 K が極めて多く、MgO/K<sub>2</sub>O が1.0以下になると発生することを指摘している。ところが牛窓町の被害土壌では CaO:MgO:K<sub>2</sub>O が43:4:33, MgO/K<sub>2</sub>O が0.08であり、無被害土壌では CaO:MgO:K<sub>2</sub>O が61:10:9, MgO/K<sub>2</sub>O が1.1であった。すなわち、無被害土壌では理想的塩基の比率に近いが、被害土壌では置換性 K<sub>2</sub>O の比率が極めて高く、MgO の比率が極めて低かったことから推察して Mg 欠乏を起こす可能性が極めて高いといえる。

つぎに無機成分含有率と被害との関係を明らかにするために、葉分析を行った結果、被害葉では K<sub>2</sub>O 5.4~15.0%, CaO 0.29~2.24%, MgO 0.12~0.22% 含有しており、被害葉は無被害葉に比べて MgO 及び CaO が少なかった。

真崎、五島<sup>5)</sup>によると、秋作におけるジャガイモ葉の無機成分含有率は、K<sub>2</sub>O 3.72%, CaO 1.92%, MgO 0.66% となり、Mg は塊茎肥大に伴い急激な減少傾向を示すが、K 及び Ca は漸減もしくは停滞の傾向を示している。また NICHOLAS, D. J. D.<sup>6)</sup>は、ジャガイモの要素含有率について健全葉では CaO 4.7%, MgO 0.8%, K<sub>2</sub>O 6.5% であるが、欠乏葉では CaO 1.0%, MgO 0.34%, K<sub>2</sub>O 3.7% であったと報告している。

筆者らの分析結果をこれらの報告事例と比較すると、K<sub>2</sub>O は不足なく吸収されていたが、CaO 含有率にはかなりの幅がみられ、高い場合と低い場合がみられた。一方 MgO 含有率はこれらの報告より極めて低く、欠乏葉における含有率をかなり下回っていた。このように土壌分析および葉分析の結果から、本症状は Mg 欠乏によると推測できる。しかし、この判断が妥当であるかどうかをさらに実証するために、被害発生圃場で苦土または石灰を含有する肥料を施用して効果を確認した。

苦土肥料の施用は、秋作における土壌中の MgO 含量を増加させ、Mg の必要量はほぼ確保できたと思う。そして被害は、秋作ではわずかに認められたが、春作では全く認められず、増収になり葉中の MgO 含有率も高まった。これに対して石灰肥料の施用は、葉中の CaO 含有率を高めて増収になったが、被害は依然としてみられた。つぎに Mg と Ca を同時に補給できる苦土石灰の施用は、土壌 pH や葉中の CaO 及び MgO 含有率を高め、被害を若干減少させ、増収になったが、被害の防止効果は硫酸苦土の施用に及ばなかった。これは、苦土石灰の Mg がく溶性であるために Mg の吸収が十分でなかったことによると推察される。また、苦土入化成肥料の施用によって被害が軽減でき、増収になったことから Mg の

施用効果は十分認められた。

以上のことから、本症状は Mg 欠乏によるものと判定される。

## 摘 要

岡山県邑久郡牛窓町および邑久町で栽培されるジャガイモに要素欠乏症が発生し、生産性が著しく低下したので発生の実態と施肥効果を検討した。

1. 症状は最初、中位葉ないし下位葉に現われ、次第に上位葉へ進行する。被害葉は葉縁および葉脈間が褐変、壊死を起し、症状が進むと葉脈だけが網目状に残り、やがて落葉する。これらの症状から Mg 又は K 欠乏が推定された。
2. 被害土壌は強酸性を示し、置換性塩基類では K<sub>2</sub>O 含量が多く、CaO 含量が少なく、MgO 含量は極めて少なかった。
3. 被害葉の無機成分含有率は、無被害葉のそれに比べて、K<sub>2</sub>O は高く、CaO はわずかに低く、MgO は極めて低かった。
4. 施肥による被害の軽減または防止効果は、苦土肥料および苦土入化成肥料では認められたが、石灰肥料では認められなかった。
5. 以上のことから、本症状は Mg 欠乏によるものと判定した。

## 引用文献

- 1) BEAR, F. E., PRINCE, A. L. and MALCOLM, J. L. (1945) The Potassium needs of New Jersey Soils. N. J. Agr. Exp. Sta. Bul. 721 (三井・今泉 1958)
- 2) 今泉吉郎 (1956) 最近における要素欠乏の発生状況. 農及園, 31, 1:137-140
- 3) 石塚喜明 (1956) 馬鈴薯のマグネシウム欠乏症. 農及園, 31, 3:口絵
- 4) 三井進午・今泉吉郎 (1958) 原色図解作物の要素欠乏. 博友社, 東京, 366 pp.
- 5) 真崎信之・五島一成 (1977) 冬作馬れいしょに対する窒素の施肥法について. 長崎総農林試研報 (農業部門), 6:61-71
- 6) NICHOLAS, D. J. D. (1945) The application of Rapid Chemical Tests in the Diagnosis of Mineral Deficiencies in Potato Plants. Ann. Rep. Long Ashton Res. Stn. 60 from WALLACE, T. et al., (1953)
- 7) 杉山直儀 (1956) 蔬菜の要素欠乏. 農及園, 31,

- 1 : 243—247
- 8) ———・高橋和彦・徳永雄治 (1956) 蔬菜のマグネシウム欠乏症について. 園学雑, 25, 2 : 77—84
- 9) 高橋英一・吉野 実・前田正男 (1980) 新版原色作物の要素欠乏・過剰症. 農文協, 東京, 288 pp.
- 10) 山崎 伝 (1966) 微量要素と多量要素. 博友社, 東京, 400 pp.
- 11) ———・土敷領末男・寺島政夫 (1956) 作物の苦土欠乏と苦土欠乏土壤. 東近農試研報・栽培部, 3 : 73—104.