

鹿児島県における微量要素欠乏の概略

新 原 勝 輔

鹿児島県農業試験場

SHINIHARA, K. Outline of Trace Element Deficiency
in Kagoshima Prefecture

緒 言

鹿児島県はその耕地の大半が火山灰に覆われており従つて微量要素の欠乏が広くみられ、欠乏症を起す作物の種類もまた多岐にわたつている。

われわれは 1952 年より低位生産地改良施設事業の一環として鹿児島県下の微量要素欠乏地帯の分布調査および現地改良試験をおこなつてきた。

現在までに得られた結果について要約して報告したい。

(1) 鹿児島県における微量要素欠乏地の概況

微量要素の欠乏は主として畑において問題となつてゐる。鹿児島県の黒ボクは化学分析を行つてみると諸種の置換性塩基類、及び微量要素（有効態）の絶対量がいずれも乏しいという結果が得られ、しばしば既に限界濃度として報告された値よりさらに低い値を示している。従つてその限りにおいては鹿児島県の黒ボク畑地帯はいずれも諸種の微量要素をふくめた養分が欠乏していることがうかがえる。

しかし実際にはすべての畑にいろいろな欠乏があらわれているという訳ではない。即ちいわゆる Poverty adjustment の栄養状態にあるものと推察され、ちよつとした管理の不十分な点、たとえば感受性品種を栽

培すとか、堆肥の施用量が過少であるとか、或はマンガンや硼素については石灰や塩基性肥料の濫用であるとかいつたような条件で直ちに欠乏症があらわれるようになるものと思われる。このことは県下のあらゆる黒ボク地帯に必ず数筆の欠乏症発生畑が存在しているという事実からもうかがえる。

また微量要素欠乏症発生程度は土壤水分状態、土壤温度等の気象条件によつて支配されることが多く、たまたま気象条件の悪い年度には極めて広範囲に発生するようである。

(2) マンガン欠乏

マンガン欠乏は稗麥に最も広くみられる。欠乏の甚だしい場合には小麦にもその徴候が見出される。マンガン欠乏についてその発生環境に関する幾らかの考察は既に本誌⁽¹⁾に報告したとおりである。

次に稗麥のマンガン欠乏に関する現地試験の概略を報告する。

(a) 消石灰の施用量が稗麥及び小麦のマンガン欠乏に及ぼす影響に関する試験

土壤中の有効態マンガン量は土壤反応によつて影響を受け、土壤反応が塩基性に傾くほど有効態のマンガン量が減少することが知られている。しかるに一般に黒ボクは塩基が乏しく消石灰の施用によつて土壤改良をはからなければならぬ。しかもその礬土性を改良し磷酸吸収に対する好影響をもたらす為には緩衝作用の著しく強い黒ボクでは施用すべき石灰量は数十貫(反当)乃至百貫程度を要する。このように大量の石灰を投入した場合には当然マンガン欠乏に対する考慮がなされなければならない。本試験はこの点を明らかにするために行われたもので、試験地はマンガン欠乏発生畑を選んで行つた。(掛宿郡額姓町牧の内)

試験区は(i)標準区、(ii)同マンガン区、(iii)消石灰60貫区、(iv)同マンガン区、(v)消石灰120貫区、(vi)同マンガン区、(vii)消石灰150貫区、(viii)同マンガン区、の8区を設置した。60貫、120貫、150貫という量は原土壤を緩衝曲線法による中和石灰量決定によつてpH6.3、pH6.8、pH7.3となすに要するものであるが、実際消石灰施用後もほぼこれに近いpH(Kcl浸)を得た。但し水浸pHはいずれもpH7を越していた。なお原土壤は水浸pH5.8、Kcl浸pH5.1である。

マンガン施用区はいずれも2月下旬反当300匁の

MnO を追肥して施用した。

マンガン欠乏症は稗麥に明瞭にあらわれ、標準区は極めて軽度であり、60貫区からさらに120貫区、150貫区となるに従つて激しい褐線萎黄病があらわれた。小麦は120貫区、150貫区のみ軽度の葉脈間黄化がみられた。

生育及び収量も欠乏症の発生と比例していた。そして欠乏症発生による減収は稗麥の方が小麦よりも著しいようであつた。また収穫物中のマンガン进行分析すると、石灰施用量の増加と共に減少している。さらに反当300匁のマンガン(MnO)を施してもなお石灰量の増加によつて含有量は減少してきている。

この結果から、石灰の施用はpH6.2で止めるべきで、稗麥ではマンガンの併用が好ましいことを知つた。但しこの試験地は鹿児島県でも最も欠乏の著しい地域で行われたもので、より軽度な欠乏地ではこの結果も若干異つてくるのは当然である。

(b) 塩基性肥料の施用とマンガン欠乏に関する試験

硫酸過磷酸石灰に対して尿素磨成磷肥という組合せで試験をおこなつた。その結果は前記(a)試験と同様の傾向がみられ塩基性肥料を施用した区は酸性肥料を施用した区にくらべて欠乏の程度が明らかに激しかつた。

収穫物子実中のマンガン含量も塩基性肥料区の方がマンガン含量が少ないことが認められた。またマンガンを施用しても子実中のマンガンは塩基性肥料区の方が少いようであつた。

(c) 石灰窒素の施用による硝酸化成の抑制が稗麥のマンガン欠乏に及ぼす影響に関する試験

(a)、(b)試験によつて明らかなように石灰類及び塩基性肥料の使用はマンガン欠乏を激化せしめる。しかるに一方、M. I. Timonin⁽²⁾はクロールピクリン、フォルムアルデヒド、シアン瓦斯等で土壤を燻蒸消毒して燕麥を栽培した結果、マンガン欠乏が殆ど完全に防止されることを認め、この現象はマンガンを直接間接に酸化する微生物が根圏土壤中に著しく減少していることに帰因することを立証した。彼はさらに市販の石灰窒素を1エーカー当り190ポンド施用することによつてこの目的を達成し得ることを述べている。しかしこの記載は(石灰窒素によるマンガン欠乏の防止)われわれの経験に反するので稗麥を用いて黒ボク地帯(鹿児島市紫原)

で追試をおこなつた。

その結果を要約すると

(イ) クロールピクリンによる土壤燻蒸は明らかにマンガン欠乏を防止する。但しこの原因は消毒によるものか、クロールピクリンの中のクロールによる酸性化が原因となつているかは今後追究したい。

(ロ) しかし反当 15 貫乃至 10 貫の石灰窒素の施用はマンガン欠乏を防止し得ないばかりでなく、むしろ逆に激化させる。

(ハ) 石灰窒素を撒布した区は、その石灰窒素中の CaO と等量乃至それ以上の CaO を含む消石灰を撒布した区よりもマンガン欠乏が激しい。

よつて石灰窒素によるマンガン欠乏の激化は、従来考えられていたように石灰窒素分解後に土壤中に残存する lime によるものばかりではない。

(ニ) 石灰窒素併用区は明らかに硝酸化成が遅延抑制されており、そのため pH が著しく塩基性に傾いている。このことはゼシアンデアミドの影響であろう。(3) (対象区の窒素源は尿素を用いた。)

この現象の方がマンガン欠乏激化の大きな原因となつていることが推察される。

(ホ) このことは石灰窒素反当 10 貫を全面撒布し方が同じく 6 貫を作条に施用した場合より激しい欠乏症をあらわすことから裏付けられる。

作条施用区は根が石灰窒素の影響をうけない部分まで伸長するためであろう。

(ヘ) さらに石灰窒素の量を増して完全に燻蒸効果を引き起させた場合でも鹿児島県の火山灰土壌の場合はマンガン欠乏を防止することが出来ないと思われる。たとえばポット試験の場合などは非常に石灰窒素の濃度が大になるわけであるがマンガン欠乏は激しくあらわれる。

(ト) 従つて Timonin が実験したような石灰窒素によるマンガン欠乏の防止は少くとも黒ボクでは適用されない。

(3) 鉄 欠 乏

鹿児島県の火山灰抑地帯の陸稲に鉄欠乏があらわれること及びその若干の考察は既に報告した。(4)

即ちこの鉄欠乏は日照不足、多湿、低地温の条件により助長誘発され、従つて梅雨期の長びく年に多い。

また鉄欠乏は根毛の発達を妨げる。

今回はさらにその後行つた試験結果を述べる。

(A) 鉄欠乏を起す作物と根の性質との関係

鉄欠乏はイネ類のみにあらわれる。イネ類の根が酸化性的であることは、既に野本、(5)三井(6)等によつて報告されているので、これとイネ類のみに鉄欠乏があらわれることとの間に関連があるか否かを検討した。

α -Naphthylamine の稀薄溶液で培養液を作り、これに均一条件で 1 ヶ月砂耕した多くの植物(陸稲、水稲、アワ、ヒエ、テオシント、トオモロコシ、大豆)の根を浸けて一定時間栽培した。

Oxy-Naphthylamine による赤紫色の汚染は水稲、陸稲は強く染り、ヒエはこれに次いだ。この限りでは関連があるように思われたが、一方において鉄欠乏の極めて激しい土壌に各種の作物を畑状態で栽培したところ、水稲及び陸稲は殆ど枯死するばかりの欠乏症をおこしたがヒエは全く異常を認めなかつた。

また α -Naphthylamine の培養液中に感受性品種と抵抗性品種を浸けたが根の汚染に差はなかつた。

これらの点から一応根の酸化還元的性質と鉄欠乏を起す作物との関係はないと考えている。

(B) 鉄の吸収と磷酸の吸収との関係

木村、岡島(7),(8) は水稲と麦の鉄及び磷酸吸収を水耕試験により詳細に研究した結果、水稲においては磷酸の供給量が増大すれば体内の鉄の大部分と結合し active Iron が減少して黄化現象を起すが大麦においては磷酸少量では強力な鉄の吸収により有効態の磷酸が鉄と化合して磷酸欠乏をおこすとした。

このようなイネの鉄と磷酸吸収の特異性が、イネ類のみが鉄欠乏を起す原因となつていのではないかと考えて陸稲とアワを用いて次のポット試験を行つた。(5 万分の 1 ポット使用。)

- (i) 鉄少量磷酸少量区 (ii) 鉄少量磷酸多量区
- (iii) 鉄多量磷酸少量区 (iv) 鉄多量磷酸多量区
- (v) 無鉄、磷酸少量区 (vi) 無鉄、磷酸多量区

但し鉄少量は硫酸第一鉄をポット当 4 gm

鉄多量は硫酸第一鉄をポット当 12 gm

磷酸少量は過磷酸石灰をポット当 3 gm

磷酸多量は過磷酸石灰をポット当 10 gm

その結果、陸稲においては鉄を施用しないと黄化を起し、その場合磷酸量を増すと一層ひどくなる。しかしアワでは鉄をやるとかえつて生育が悪く、さらに鉄の量を増すと一層悪くなる。この場合鉄を増しても磷

酸を多く施すとこの生育不良は防げるので、アワでは鉄の大量施用は磷酸欠乏を起したものと思われる。

この試験結果から、イネは他の作物とちがつて磷酸を非常に強く吸収する性質をもっており、この磷酸が体内の鉄と結合して鉄欠乏を起していることがやはり想像されるように思われる。また磷酸を非常によく吸収する（難溶性の磷酸をもよく吸収する）と同時に、鉄を非常に吸収しにくい（非常に soluble な鉄のみを吸収する）性質をもっているように感ぜられる。

(C) 鉄欠乏陸稻のカタラーゼ・パーオキシダーゼ作用力

鉄欠乏陸稻の含鉄酵素作用力をしらべた結果若干の知見を得たが、この詳細は別に報告⁽⁹⁾の予定である。

(4) 硼素欠乏

鹿児島県における硼素の欠乏は現在のところ十字科植物にみられ、ナタネ、大根、白菜等にあらわれることが知られている。しかしなお他の作物たとえばネギの如きものにもその疑いのあるものがみられる。

硼素欠乏によるナタネの不稔障害発生面積は、アンケート調査の結果でやや甚なるもの以上のものは畑で約 1,000 町歩水田裏作で約 350 町歩にのぼつた。

発生地帯の分布は硼素欠乏の発生すると発生しない地帯はかなり明瞭に区分することが出来る。即ち鹿児島県北部の大口市から東南にのびて大崎町に至る線が不稔障害の最も激しい所である。しかし薩摩半島及び大隅半島南部には殆ど発生を認めない。したがって同じ火山灰土壌または火山灰に由来する土壌でも、霧島火山の影響を受けた地帯の方が開聞火山の影響を受けた地帯よりも不稔障害がひどいような感をうける。両火山の噴出年次にはかなりの距りがあると思われるが古い火山灰に欠乏が起き易いとなると非常に興味のある問題である。

調査の結果は概して畑の方が発生が多く、かつ程度も激しい。しかし部分的には水田裏作に非常にひどくあらわれるところもある。また概して水田における発生地帯は漏水過多、砂質の秋落地帯と一致する。

(A) 硼素欠乏対策試験

ナタネの不稔に対する対策試験をおこなつた。この詳細は別に掲載⁽¹⁰⁾の予定である。

(B) 塩基性肥料の施用と硼素欠乏に関する試験

硼素もまた土壌反応によつてその可給度が変化

するもので、塩基性に傾くほど欠乏を起し易いとされている。よつて尿素溶磷の組合せによる塩基性肥料区と硫酸過石の組合せによる酸性肥料区を設けた。各々の硼素施用区も設置した。

この試験結果を要約すると尿素溶磷を組合せた場合は硫酸過石を組合せた場合に比べて著しく激しくあらわれる。

この原因としては土壌反応が尿素溶磷を用いた場合は硫酸過石を用いた場合に比べて若干塩基性に傾く点と、過石の中に不純物として含まれている硼素によるものと思われるが、なおその他に原因があるかもしれない。

(5) 苦土欠乏

苦土は微量要素ではないが、従来特殊成分として包含されて研究されているので、県下の苦土欠乏の概況を述べる。

苦土欠乏は県下に最も広汎にかつ多くの作物にあらわれる。著者らが確認している作物だけでも、小麦、稗麦、甘藷、馬鈴薯、大豆、キャベツ、トウモロコシ、アワ、ミカン、茶、サトイモ、燕麦、ニンジン等があげられる。このうち最も広範囲にわたっているのが甘藷と麦類である。

苦土の欠乏は酸性反応の強い土壌に起き易いことが知られているが鹿児島県の場合も、塩基の溶脱の著しい強酸性土壌に殊に著しい。このようなところでは消石灰で土壌改良を行うよりもドロマイト質の石灰で行つた方がよいことを試験によつて確認した。この場合消石灰でも初年目は苦土欠乏は出ないけれども2年目になるとやはり軽い苦土欠乏症状を起すようになる。（おそらく消石灰中に不純物として含まれている苦土の消長と関係があるものと推定される。）

この他、苦土と加里との間に拮抗作用を確認した。

む す び

以上、鹿児島県下における微量要素欠乏地域の概略とその土壌について知見を述べ、現地において行つた対策試験の概要を報告した。

本研究はなお続行中のものであり、現在実施中の試験結果については後の機会に報告するが、今後は欠乏作物から得られた収穫物の品質についても調べてゆきたいと考えている。（硼素欠乏によるナタネの子実油脂含量が乏しくなっていることを認めている。）

なお、本県の畑地帯にはなんらかの要素欠乏ではな

いかと想像される生理障害が多いので、今後究明してゆきたいと考える。

文 献

(1) 新原勝輔：九州農業研究 15(1955), 131~133. (2) M. I. Timonin: Soil Sci. Soc. Proc., 11(1947), 284~292. (3) 岩田武司, 奥田東：農事試験場彙報 3(1940) 351~358. (4) 新原勝輔, 馬場義行：九州農業研究 16(1955), 136. (5) 野

本亀雄, 石川昌男：日本土壤肥料学雑誌 20(1950), 66~67. (6) 三井進午：土壤肥料新説 (養賢堂) 1952, 182. (7) 木村次郎, 岡島秀夫：東北大学農学研究所彙報 2(1950) 163~178. (8) 岡島秀夫, 木村次郎：東北大学農学研究所彙報 3(1951), 1~10. (9) 新原勝輔, 中村弘, 山口甫裕：九州農業研究 18(1956) 掲載予定. (10) 新原勝輔, 中村弘, 久保幸次：九州農業研究 18(1956) 掲載予定.