

干拓地における作物の生理化学的研究

第2報 小麦に対する燐酸施肥の影響

下 瀬 昇

Physical and Chemical Studies on the Growth
of Crops grown on the Polder Soils

II. Effects of Phosphate on Wheat Plants grown on the Halogenetic Polder Soils

Noboru SHIMOSE

Wheat Plants (*Norin* No. 52) were cultured in a newly formed polder field which is located along the seacoast of the Bay of Kojima. The wheat plants were grown under the various conditions as described below.

(a) Quantities of 16.5% Ca-superphosphate used were 3, 75, 7, 50, 11, 25 and 15,00 kg/ian as P_2O_5 .

(b) Two kinds of nitrogenous fertilizers, ammonium sulphate and urea were used.

(c) Two methods of fertilization were used: namely basic application of phosphate, and top dressing at different stages to reduce chloride uptake.

The wheat plants were analyzed chemically after harvest and some of the elements contained in their leaves-and-stems and ears were determined. The results obtained may be summarized as follows:

1. The growth of wheat plants were obviously improved by phosphate, but a large amount of phosphate reduced the yield of the plants. The maximum yield of the wheat plants was obtained from the plot of 3, 75 kg P_2O_5 .

2. No difference of the growth was found, either between the basic application of phosphoric fertilizer and top dressing at different stages, or between ammonium sulphate and urea.

3. The increase of phosphate uptake by the plants was proportional to the increase of quantities of Ca-superphosphate given.

4. A large amount of phosphate that was added to the soil considerably reduced chloride intake by wheat plants.

5. The maximum content of nitrogen in the wheat plants was found from the plot of 7, 50 kg P_2O_5 .

緒 言

従来塩素は大多数の植物体内に見出されること、その少量の存在が植物生育に有効である場合が屢々見出されること、及び特に纖維作物の生育に有効であること、等の事実が認められていたが、その生理作用、更に高等植物に必須かどうかの点も極めて不確実であつた。その理由は塩素の体内における存在形態がはつきりしないことと、すべての化学試薬、殊に植物栽培に用いられ

る水からさえも塩素を完全に除去することは極めて困難であつたこと等によるものであろう。

しかるに近年塩素の植物体内における存在価値が次第に重要視されるようになり、TOTTI等¹⁾はCl³⁶を用いて各種植物の塩素存在位置を検索して、主として茎や葉柄のつけ根の部分に多量に沈着していることを見出し、又 BRUYER等²⁾はトマトを用いて詳細な水耕試験を行つた結果、塩素は高等植物に対する不可欠元素で、その所要量は古くから考えられている必須要素と所謂微量元素との中間に位するものであると述べている。しかしこの BRUYER 等の実験においてすら完全な無塩素状態で植物を栽培することは不可能であつた。更にその生理作用は現在の所では全く未知であるが、極めて低濃度塩素を含む培養液で栽培したトマトは明らかな塩素欠乏症状を現わしており、塩素が必須要素としてとりあげられることは近い将来の問題であらうことが推定出来るようになった。

このように植物に対する塩素の必要性が大きな問題となりつつあるにもかかわらず、一方では海岸線近辺に分布する地方では作物が主として塩化物過剰に由来する生育障害になやまされることが多く、しかもその対策は充分でない現状である。故に著者は塩素過剰という特異条件下における作物の異常代謝を明らかとし、合理的施肥法を確立することによつてこれらの障害の軽減乃至は防除を目的として種々の実験を行つて来た。即ち児島湾の干拓初期の土壤に生育した水稻は多量の窒素肥料を要求することを認めた³⁾。一方水稻に対する磷酸施肥の影響についても追究したが、施与磷酸量の多少は生育及び収量に大なる影響を与えなかつた⁵⁾。

今回は小麦に対する磷酸施与量の影響を検討したのでその結果を報告する。尙、本研究の一部は岡山県委託研究費によつて行い、栽培管理には三宅靖人氏始め干拓実験農場の方々にも多大の御援助を得たことを記して謝意を表す。

試験設計並びに分析成績

本報告において使用した圃場は第1報と同様のもので、児島湾干拓地の干拓年代の極めて新しい

Table 1. pH and Cl contents in the soil of the experimental field

Year	Horizon	Depth(cm)	pH(H ₂ O)	Cl(%)
Autumn, 1951	1st	0~15	7.28	0.261
	2nd	15~35	7.39	0.848
Spring, 1954	1st	0~12	6.88	0.220
	2nd	12~40	6.93	0.584

地域に属し、地下水位が極端に高いため(約30~40 cm)土壤生成過程の進行は極めて微々たるものである。即ち干陸後3年に当る昭和26年秋と本実験の收穫期における当圃場土壤のpHとCl含量とを比較すればTable 1に示す如く

であつた。

かくの如く約3年の期間を経過することによつて土壤は略々中性となつていたので、各種土壤成分の溶脱置換は軽度に進行していることを推測出来るが、Cl含量には大差なく除塩の方は殆んど進行していないことを示しており、今後も地下水位が下らぬ限りはこのような条件が継続される危険性を多分に含んでいる。

試験区設計は第1報におけると同様であるが、小麦農林53号を用い、施肥法は次の如くにした。即ちS：硫酸，U：尿素，D：磷酸肥料2回分施，P：1~8は何れも無磷酸，S，SD，U，UD区に示した1~4は夫々P₂O₅として反当1，2，3，4貫を過石にて施与したことを示す。

窒素は全試験区 N として反当3貫を3回に分施。耕種及び栽培管理は干拓実験農場慣行法に従って行つた。施肥時期としては窒素肥料は昭和28年12月2日, 29年2月24日, 3月26日に分施し, 磷酸肥料は元肥区には12月2日に全量を, D区には12月2日, 3月26日に半量づゝ分施した。収穫は6月5日に行い, 収量調査後收穫物について窒素, 磷酸, 塩素の分析を行つたが, その結果は Table 2 に示す如くであつた。尙分析は第1報と同様の方法で行つた。

Table 2. Yield of wheat plants which were grown on the halogenetic polder field and results of analysis of them

Treatment	Yield(kg/plot)			T. P ₂ O ₅ (%)		T. Cl(%)		T. N(%)	
	Total Weight	Weight of Leaf-and-stem	Weight of Ear	Leaf-and-stem	Ear	Leaf-and-stem	Ear	Leaf-and-stem	Ear
S~1	4.50	1.30	3.20	0.082	0.615	0.834	0.036	0.630	3.276
S~2	4.55	1.65	2.90	0.096	0.947	1.314	0.036	0.728	3.416
S~3	2.80	0.90	1.90	0.100	1.170	0.994	0.036	0.623	3.304
S~4	2.85	0.85	2.00	0.140	0.934	1.420	0.213	0.588	3.388
SD~1	4.60	1.45	3.15	0.070	0.686	1.456	0.246	0.588	2.954
SD~2	3.90	1.00	2.90	0.100	1.211	1.562	0.053	0.560	3.322
SD~3	3.10	0.80	2.30	0.106	1.063	0.586	0.053	0.588	3.080
SD~4	2.55	0.75	1.80	0.106	0.904	0.639	0.053	0.588	2.912
U~1	3.95	1.25	2.70	0.074	0.624	1.189	0.266	0.462	3.460
U~2	3.25	0.85	2.40	0.083	0.778	0.817	0.089	0.560	3.120
U~3	3.00	0.75	2.25	0.100	0.839	0.639	0.089	0.392	2.674
U~4	3.25	0.80	2.45	0.120	1.276	0.746	0.071	0.504	3.136
UD~1	4.90	1.70	3.20	0.074	0.806	1.207	0.249	0.532	2.534
UD~2	2.70	0.90	1.80	0.161	0.850	0.870	0.036	0.728	2.723
UD~3	3.25	0.95	2.30	0.133	0.963	0.870	0.053	0.560	3.094
UD~4	3.05	0.75	2.30	0.103	0.673	0.959	0.071	0.476	1.876
P~1	2.80	1.25	1.55	0.072	0.482	0.675	0.160	0.546	2.772
P~2	3.10	1.15	1.95	0.082	0.667	1.385	0.195	0.518	2.912
P~3	2.05	0.55	1.40	0.068	0.674	0.834	0.160	0.518	2.184
P~4	2.25	0.60	1.65	0.077	0.714	1.314	0.142	0.476	2.548
P~5	2.70	1.00	1.70	0.087	0.755	1.154	0.178	0.602	1.848
P~6	2.10	0.65	1.45	0.060	0.755	1.591	0.284	0.044	3.024
P~7	1.40	0.35	1.05	0.069	0.760	0.943	0.160	0.560	2.240
P~8	2.80	0.85	1.95	0.068	0.657	1.225	0.142	0.504	2.800

考 察

前述の如く水稻に対しては磷酸施与の効果にみるべきものはなかつたが, 畑状態においては作物生育期間中に土壤の pH も下り, 且試験区設定の不備による施与肥料の他試験区への流入も防ぎ得るので, Table 2 に示された数字はかくの如く特異な条件下において現われると予想され

る小麦に対する影響を或程度示すものであろう。

Table 2に現われた結果を個々に解析すれば、先づ重量は各処理区共に明らかに1区が最高収量を示し、又大体において無磷酸区に比べて磷酸施与の効果は現われているとみるべきであろうが、3区、4区と磷酸施与量の増加に伴つて反つて収量は低下する傾向が認められる。しかるに窒素の形態の差異及び磷酸分施の影響は重量に現われていない。体内要素量については、磷酸吸収量は磷酸施与量の多い程増加する傾向が認められるが、穂においては一例を除き4区において稍々吸収量が低下していることは注目すべきであろう。磷酸吸収量に対しても窒素の形態の差異及び磷酸分施の影響は現われていない。塩素吸収量は一般に磷酸施与量が多い場合に極端に低下する傾向を示す。窒素吸収量は2区が稍々多く、こゝに山が認められた。磷酸を追肥したのは次の如き理由による。即ち REIFFENBERG 等²⁾の報告する所によれば、土壤中に大量の塩素が存在する場合には大麦の磷酸吸収は抑制され、又磷酸塩は極端に高濃度塩分を含有する場合以外は塩素吸収を或程度抑制し得ると述べているので、当干拓地の如く常時相当高濃度塩素を含有している場合には、土壤による磷酸固定を考慮して、小麦生育期間全般に亘り可溶性磷酸を存在せしめることによつて塩素吸収を抑制せしめることがその狙いであつた。事実後述する如く磷酸塩の存在は塩素吸収を抑制し得たのではあるが、分施の効果が充分現われなかつたのは追肥の時期が当を得ていなかったのではないかと考えられる。次に窒素の形態の差異によつて収量に影響の現われなかつた主因は、Table 1にも示した如く当圃場は現在でも土壤の pH が略々中性であり、本邦に広く分布する酸性土壤とは趣を異にするため尿素の効果が現われなかつたのであろう。しかし第1報に報告した水稻の場合と同様、小麦に対しても尿素は硫酸と同程度の肥効を示すことが明らかとなつた。

以上の如く収量に差を来した主な因子は磷酸施与量にあると考えられるので、窒素の形態の差異及び磷酸分施の両因子を無視して、磷酸施与量にもとづいて夫々の試験区における収量及び体内要素含量の平均値を求めてこれを図示すれば、Fig. 1の如くであつた。

Fig. 1. Average of total weight, of leaf-and-stem and of ear ; and the amounts of P_2O_5 , Cl and N in the wheat plants to which Ca-superphosphate was given, respectively 1, 2, 3 and 4 kan/tan as P_2O_5

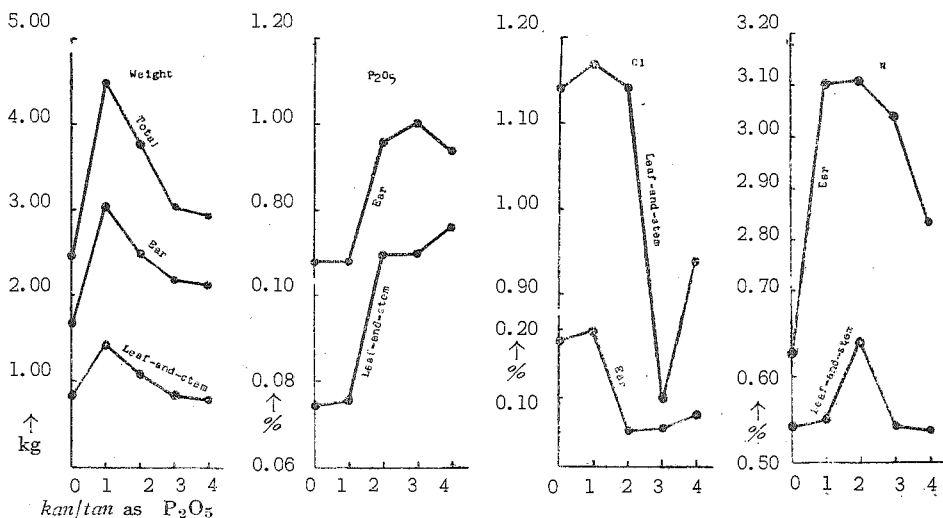


Fig. 1では次の如く3種類の特徴が認められる。即ち

1. 磷酸含量はその施与量が大なる程増加しているが、4区では2, 3区よりも劣っていることが認められ、磷酸を極端に多量に施与することによつて体内磷酸代謝に異常を来したことを想像し得る。

2. 塩素含量が2, 3, 4区で無磷酸及び1区より少なくなつてはいるが、これは多量の磷酸施与及び吸収によつて或程度塩素吸収を抑制し得ることを示すものであろう。

3. 窒素含量は特に2区の穂において最高であつた。

これら3種の特異性より考へて、本実験で1区に最高収量を得た原因は次の如く推論し得るのではなからうか。即ち1区においては塩素含量は相当高かつたが、磷酸及び窒素の吸収が好適でこれら3者及び他の因子とのバランスが最適であつたため収量に良好な影響を与へたもので、塩素の生理作用の直接的関係より考へると或は2次的な因子であるかも知れないが、特に窒素の吸収状態が大きな影響を与へてゐるのではないかと推測される。しかし塩素吸収がむしろ無磷酸区よりも多かつたことはこれ以上の生育に対して或程度支障を来したものである。

3, 4区において収量が著しく減じてゐることは、前述の特異性1. にも示したように、直接には磷酸の過剰吸収の障害に起因するものと思われ、この結果塩素の過剰吸収は抑制し得たが、窒素の吸収をも或程度阻害したために収量低下を招来したものと考へられる。

Fig. 1の曲線を総合し、特に窒素の吸収及び穂えの移行状態よりして実際の磷酸施与最適量は図上で1と2との間、即ち16.5%過石として大体反当10貫前後の点にあるのではないかと推定される。但し本実験の場合は、水稻に対する窒素施与量を参考として、一応Nとして反当3貫を施与したもので、慣行より稍々多いためにかゝる結果が現われたものとみるべきである。故に窒素施与量が異なる場合にはそれに応じて磷酸施与の最適量もおのずから異つて来るであらう。

要 約

干拓年次の新しい児島湾干拓地墾場において磷酸施与量をかへて小麦の栽培を行い、收穫物について二三の要素分析を行つた。得られた結果は次の如きものであつた。

1. 磷酸施与による効果は明らかに認められたが、磷酸過剰による減収も現われ、本試験設計では反当 P_2O_5 として1貫施与区に最高収量が得られた。

2. 窒素の形態の差異即ち硫酸と尿素とによる収量えの影響は認められなかつた。

3. 一部は半量磷酸追肥を行つたが、追肥効果は現われなかつた。

4. 磷酸吸収量はその施与量が多い程増加することが認められた。

5. 体内塩素含量は磷酸施与量の大なる程少なく、磷酸の大量施与によつて塩素の吸収を抑制し得ることが明らかとなつた。

6. 体内窒素含量は P_2O_5 2貫区が最高で、特に穂における含量が多く、磷酸多量区では反つて減少する傾向を認めた。

引 用 文 献

- 1) BROYER, T. C. CARLTON, A. B., STOUT, P. R. (1954), *Plant Physiol.*, **29** 526~532
- 2) REIFENBERG, A., ROSOVSKY, A. E. (1947), *Palestine Jour. Bot.*, (Irrigated Soils, P. 142) **4** 1~13
- 3) TOTH, S. J., KRETSCHMER, A. E. (1954), *Soil Sci.*, **77** 293~302
- 4) 下瀬昇, 池宗勝三郎 (1953), *岡大農報*, 3号 PP. 22~30
- 5) 米田茂男, 下瀬昇, 川田登, 河内知道 (1955), *岡山農試臨報*, 51号 PP. 1~19