

## 畑地灌漑の効果に関する土壌学的研究

小林 嵩・尾形 保・吉田 保則

九州農業試験場

KOBAYASHI, T., OGATA, T. & YOSHIDA, Y. Studies on the Irrigation Effects  
in Field from the Soil Scientific Standpoint

## 1. 緒 言

北支の如き雨量の少い乾燥気候地帯においては、水は作物の生育を支配する制限因子であつて水の供給、換言すれば灌漑によつて増収する率が極めて大きく、2〜3倍の増収は容易であるといわれている。

しかし、わが国のような雨の多いところでは、水が作物の生育を支配する制限因子となることは稀れで、多くが早ばつの年に限られている。わが国ではかような早ばつは頻繁に起るものではなく、また、わが国は従来稲作本位の農業であつた関係などから畑地に灌漑して普通の畑作物の生産を高めるといふことは極く特殊な場所、あるいは作物の他には行われていなかつた。しかし、戦後国内の食糧自給の必然的な要請によつて開拓事業が始められた一方、畑作が重要視されるようになってから、ここに畑作の安全をはかる必要から、その一つの対策として畑地灌漑が重要視されるようになってきたのである。

従来畑地灌漑の目的として考えられているものは色々あるが、その主なものは、(1)水分の補給とこれによる旱害の防止、(2)地温の調節と霜雪害の防止、(3)養分の補給と土壌の改良、等であつて、これによつて作物の生育を良好にし、かつ生産の安定をはかるのである。

この内、普通の畑地灌漑は水分の補給が主で、これによつて不足な水分を供給し、ことに旱害を防止するのである。この目的のために行われている灌漑の効果は、勿論、雨量、その分布、作物の種類などによつて相違はあるが、普通の雨年では灌漑の効果は顕著でなく、早ばつの年に、この程度によつて大いに相違はあるが、無灌漑畑に比して2〜3割から5割位の増収となつている。大旱魃で収穫皆無に近い年の灌漑効果は極めて大きく数倍に達することがある。

地温の調節や霜雪害防止のための灌漑は主に寒冷地において極く一部に行われている。岩手県の岩手山麓の西山村における飼料作物への灌漑、栃木県上都賀郡日光町、山梨県南都留郡福地村、静岡県駿東郡北郷村

等を中心とする地帯における蔬菜栽培に対する灌漑(水かけ菜)、鳥取県気高郡神戸村、山梨県南都留郡福地村等を中心とする地帯の変類に対する灌漑等がこれである。これらはいずれも多雪寒冷地帯であつて水源には冬季温度の高い湧水または伏流水等が利用され、その目的は水分の補給ではなく、地温を高め、雪をとかして作物の成長を促進せしめるのが主な目的である。

しかし、灌漑水には種々の成分ごとに作物の養分となる各種成分が含まれているので、灌漑によつて養分が供給され直接作物の生育を良好にしていることはいうまでもないが、また灌漑水所含成分中には土壌の性質を改善するに役立ち、間接に作物の生育を良好にすることが考えられる。特に灌漑水がこれらの成分に豊富な場合はこの作用が顕著であると考えられる。河川の汎濫によつて土壌が肥沃化することは、ナイル河の例を引くまでもなく周知の事実である。しかし、従来この方面に関しては単にこのような効果があるという、いわば抽象的な説明は加えられて来たが、果してどの程度に、またいかなる機構に依つて土壌が改良されているのかについては、殆ど資料が提供されていない。

筆者等は目下畑地灌漑による土壌の改良に関する以上の諸問題を解明すべく、熊本県合志地区開拓地における畑地灌漑施行地土壌を研究材料とし、特に開墾地畑土壌の灌漑による土壌の改良並びに熟化促進の機構を明かにすべく研究中である。

ここに今日までえた成績をとりまとめ、その概要を報告する。尙詳細な報告は他日に譲る。

2. 熊本県合志地区開拓地における  
畑地灌漑の由來と現状

研究の対照となつている熊本県合志地区開拓地は熊本県菊池郡合志、原水、津田の3ヶ村に跨がる開拓地で、熊本市から東北へ約12軒、豊肥線三里木駅の西方約600米の地区に展開している約250町歩の広大な緩起伏をなす開拓地である。当地区は従来松または雑木林として放任されていたもので、昭和17年に時の開墾

営団によつて開墾が始められた。しかし、その当時は全く水に欠乏していたのと、当地区の土壌が腐枯にとむ黒色の不良火山灰土であつて作物の生育は全く不良であつた等、色々の理由で地元は勿論、熊本県内においても入植希望者は1人もなく、やむなく他県に入植希望者をつのり、漸く宮崎県から集団入植せしめた程度の開拓地である。

当時営団はこの地区の開発には水をうる事が先決問題と考え、地区に水を導入することを考えると共に、地区内に井戸を設けて用水をうることに懸命の努力が払われたのである。その一つはこの開拓地の東部の水田地帯における稲作の灌漑用水に白川から取り入れた水が、冬季は全く廃れ水として徒らに河川に放流されているのに着目し、これを水路によつて開拓地区内に導入することに成功し、一方地区内に水量豊富な井戸を掘り当て、ここに開拓地の水不足の悩みを解消せしめたのみでなく、隣接既存部落に対しても飲用並びに雑用水として給水し、水の恩恵を分かちうるに至つた。今日では開拓地は勿論、隣接既存部落にも水道が施設され水不足の当時に比べ全く隔世の感がある。

灌漑水は水路によつて導入された白川の水であるが、5～6月頃から落水期までは上流の水田地帯で稲作の灌漑に使用されるので、この期間には降雨の場合などを除いては利用出来ない。この期間外、即ち落水期から翌年の5～6月頃までは自由に利用出来るのである。従つて最も必要を感じる夏季の早魃時には全く利用出来ないで、水分の補給の点からみれば余り必要としない冬季に灌漑している。これは一種の冬季灌漑であるが、しかし前記の寒冷地方で行われている冬季灌漑とはその目的を異にしている。

当地区では冬季に休閑地に潑漑灌漑を行つて、5～6月頃に夏作物の播種や移植が行われる。その後作付期間中は今までのところ灌漑は行われていない。従つて、この地区では夏季の旱害防止を目的とした灌漑は行われていない。この点が従来の普通の畑地灌漑とは趣を異にしている点である。斯くして休閑地に行つた冬季灌漑の効果は、夏作物の生育に現われる許りでなく、その後の作付作物にも影響し、いずれもその効果が大きく、従来不作であつたこの地区の開墾畑が一多の灌漑によつて各種作物が出来るようになった。無灌漑畑は通常よく管理しても5～6年、あるいはそれ以上経過しなければ作物の生育は良好にならないが、延べ10～15日の灌漑によつて開墾初年から皆ての作物がよく出来るようになる。開拓地の人々は身を以つて

これを経験しているのので、灌漑に対する熱意は極めて旺盛である。このため昭和25年末には約30町歩が水平に地ならしされて灌漑が行われていたが、26年末には約80町歩となり、本年3月末には110町歩を突破し飛躍的な増加を示した。これは皆て傾斜地を地ならしして水田と同様に畦畔を作るのであつて、これに要する労力は乏しい自家労力によつて成し遂げられているが、その努力とその成果は全く驚異に値するものである。

かくて灌漑面積の急激な増大によつて、水路の拡張補修工事が伴わないために早晩用水に不足を来すのは必至であるが、当開拓地では目下厳格な配水の統制を突進している。これには、灌漑による土壌の改良を建前とし、新開墾地や未灌漑畑に優先的に配水して、一まず全地区の土壌の改良を速やかに完成するよう努力が払われている。

### 3. 試験成績

#### (1) 現地の収量調査成績

現地において無灌漑畑と灌漑畑について各種作物の収量を調査した。この成績によると作物によつて相異はあるが、無灌漑区に比して2～5倍の増収となり、しかもこれを隣接既耕地の収量と比較しても同等あるいはそれ以上の収量を挙げている。

かような灌漑の効果は何が最も大きな原因となつて居るのか、勿論水の補給そのものの効果も考えられるが、この地区での灌漑の効果は普通の雨年においても収量に格段の相違が見られることから、水そのものの効果よりも、もつと大きな原因があることは明かである。ここに筆者等は灌漑による養分の補給と土壌の改良に大きな原因があるものと考えて、この方面に関して研究を進めてきた。

#### (2) 灌漑地区畑土壌の調査

現地合志地区開拓地において灌漑の有無、開墾年次の早晩、灌漑日数の多少等各種条件を異にする開墾地畑地並びに原野未耕土を合せて約40筆の表土及び心土とを採取して次の試験に供した。

(1) 灌漑による化学成分の集積 調査成績によれば灌漑畑土壌はいずれも無灌漑畑並びに未耕土に比べて置換性石灰、苦土並びに加里及び水溶性珪酸が極めて顕著に増加していることを認めた。

(2) 灌漑による土壌の理化学的性質の変化 無灌漑畑並びに未耕地の土壌と灌漑畑土壌とについて、各種

の理化学的性質を調査した成績に依ると、灌漑に依つて土壤の反応が中和され、置換性塩基の増加、塩基飽和度の増大が顕著に認められ、燐酸の吸収係数は灌漑区の方が顕著に小となり、易溶性燐酸は灌漑区が顕著に大きく、可溶性礫土は灌漑に依つて著しく減少している。土壤の有機物については灌漑に依つて全炭素、全窒素並びに炭素率を減少している。これは灌漑に依つて土壤の反応が矯正されて微生物の活動を促し、土壤の易分解性有機物（腐朽物質）の急激な分解消耗が起り、安定な真正腐植が残留した結果と考える。腐植の質的变化並びに微生物の質的または活動力の変化の裏付けとなる乾土効果、並びに硝酸化能力が灌漑に依つて如何なる変化をうけているかを調査した。これによると、乾土効果は灌漑区が顕著に小さくなつてゐる。硝酸化能力は灌漑区が最も大きく、無灌漑区これに次ぎ、原野未耕土のそれは顕著に劣つてゐる。即ち灌漑によつて明かに硝化力が増大していることを認めた。

斯く灌漑によつて植物の養分である石灰、苦土、加里及び珪酸等が顕著に増加しているのみならず、これに基因して土壤の理化学的性質に影響を及ぼしている。これらの変化した性質は、いずれも熟地土壤の性質に近似している。即ち灌漑は開墾地土壤の如き未熟地土壤の熟地化を顕著に促進することを示している。

### (3) 室内灌漑試験

以上は現地の畑土壤について調査した結果であるが、一方筆者等は室内の灌漑試験を行い以上の事実を更に確認した。

(1) 試験方法 直径約8cm、高さ30cm大の硝子円筒を用い、これに開拓地内の未耕地の表土及び心土を未風乾のまま2mmの篩を通し、表土15cm、心土10cmの層にそれぞれその関係位置に填充し、上方から灌水して下方から排水した。試験区は灌水量別に1,000mm、3,000mm及び6,000mm区を設け、比較のために以上の各区に相当する蒸溜水灌漑区及び無灌漑区を設け合計7区について行つた。

(2) 灌漑水の性質 本試験に用いた灌漑水は合志地区開拓地内の用水路より採取したもので、その性質は1立中平均CaO 29.6mg、MgO 13.9mg、SiO<sub>2</sub> 47mg、K<sub>2</sub>O 6.9mgであつて、各成分共含量極めて豊富である。

(3) 灌漑による化学成分の集積 まず、灌排水の成分量を定量し灌漑水所含成分の土壤に依る吸収状況をみた。これによると各種成分が土壤によく吸収された。即ち、1,000mm相当の灌漑水量（約反当5,500石）においては反当CaO 7.6貫、SiO<sub>2</sub> 13.1貫、6,000mm相当の灌漑水量（約反当33,000石）においては反当CaO 34貫、SiO<sub>2</sub> 45貫集積している。火山灰土地帯の開田の際に要する用水量は普通水田の場合の3～4

倍に見積られているが、この6,000mmの灌水量は略これに相当している。合志地区における1多期間に灌水する量は6,000mmよりさらに多量であると考えられる。本試験においては、6,000mm灌水した跡の土壤は尚各種成分を多量に吸収しうる力があることを示している。

一方蒸溜水を用いて灌漑した結果によると、各種成分が土壤から溶脱していることを示した。これに依つて雨水による土壤成分の流亡が考えられる。

(4) 灌漑による土壤の理化学的性質の変化 灌漑試験の跡の土壤について各種の性質の変化を調査した。

これによれば、反応が中和され、置換性塩基が増大し、塩基飽和度が顕著に増大し、水溶性のSiO<sub>2</sub>、CaO、MgO及びK<sub>2</sub>Oが増大している。反之、可溶性Alが顕著に減少し、易溶性P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の増加、燐酸吸収力の減少が明かに認められ、また硝酸化能力の増大等、現地畑土壤の場合と全く同じ傾向にある。

以上の調査研究の成績から、灌漑によつて所含各種成分が多量土壤に吸収集積され、このため土壤の各種理化学的性質並びに微生物学的性質が改良されることを確認した。

### (4) 幼植物栽培試験

現地における無灌漑区及び原野未耕地並びに灌漑地の土壤を供試し、小硝子ポットを用い、ノイバウエル氏法に準じ、無肥料にて小麦を100粒播種して幼植物の生育をみた。これを26日後採取して乾物重並びに養分吸収量を調査した。これによれば、各区の生育に顕著な相違を示し、灌漑区の生育は無灌漑区並びに原野未耕地区に比し極めて良好である。養分吸収においては粗灰分量、SiO<sub>2</sub>、CaO、MgO、K<sub>2</sub>O等いずれも灌漑区が顕著に大であり、風乾物百分中の各種成分量をみれば灌漑区の灰分、SiO<sub>2</sub>、K<sub>2</sub>O等が顕著に大である。灰分百分中の各種成分量においてもSiO<sub>2</sub>、K<sub>2</sub>Oが特に大きく、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含有量は無灌漑区の方が顕著に大きい。

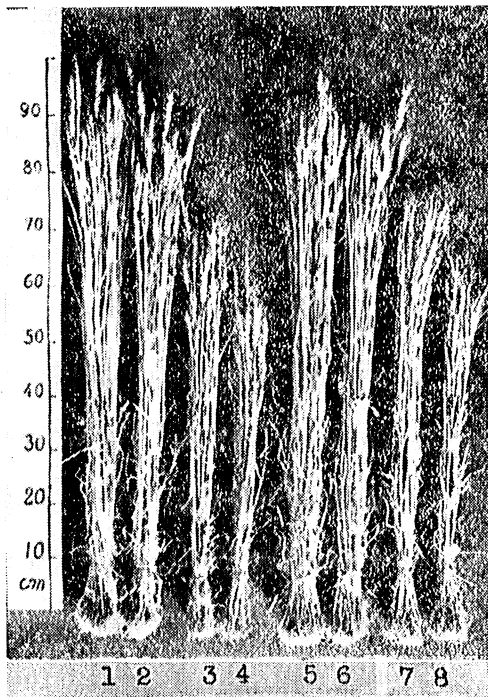
これによつて、灌漑によつて集積された各種の成分は作物によく吸収利用されることが明かとなつた。

### (5) 圃場試験

昭和26年10月原野を開墾して後直ちに現地の慣行に準じて延べ15日の灌漑を行い、その11月25日に小麦を播種した。試験区は灌漑区と無灌漑区とを設けその各々に堆肥の施用区と無施用区とを設け、さらに各々に無肥料区、無窒素区、無燐酸区、無加里区及び3要素区を設けた。反当堆肥200貫、硫酸10貫、過石10貫(16%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)、塩化加里4貫(48%K<sub>2</sub>O)を夫々該当区に施した。成績の一部を示すと写真の通りである。

試験圃場の土壤について灌漑終了後採取して理化学

的性質を調査し、無灌漑区のそれと比較した。成績の一部を示すと、土壌の反応が矯正され、置換性石灰、苦土及び水溶性  $\text{SiO}_2$  の量は無灌漑区の表土が 0.036%、0.002%、65 p.p.m に対して、灌漑区の表土は 0.223%、0.017%、83 p.p.m を示している。磷酸吸収係数は無灌漑区の表土は 2,667 であるが、灌漑区の表



灌漑の効果 (小麦の生育)

- 説明
1. 灌漑区堆肥加用無加里区
  2. 同 無堆肥無加里区
  3. 無灌漑区堆肥加用無加里区
  4. 同 無堆肥無加里区
  5. 灌漑区堆肥加用三要素区
  6. 同 無堆肥三要素区
  7. 無灌漑区堆肥加用三要素区
  8. 同 無堆肥三要素区

土は 2,423 を示している。即ち灌漑に依つて土壌が顯著に改良されていることを示している。其の他理化学的、微生物学的性質が改善されている。

#### 4. 結 言

以上、現地畑土壌に関する調査、現地における灌漑並びに栽培試験及び室内における灌漑試験等から、灌漑によつて所含各種成分が土壌に多量吸収保持せられ、これが直接作物に利用され、また、集積の結果土壌の性質が改善されて作物の生育を良好にすることが極めて顯著であることを明かにした。

しかし、かかる顯著な効果は白川の水の如く各種成

分に特別豊富なために、斯る効果が現われるのであつて、成分含量の少い河川の水を灌漑した場合は効果は少いではないかとの疑問が出るが、これに対して1~2の事例を挙げる。その1例は静岡県三方原におけるもので、ここは洪積の赤土の地帯で強酸性を呈する土壌であるが、ここで2年位水田にして、水稻を栽培しその後畑に転換するときは、土壌は全く酸性が矯正され、その他の性質も改良されて畑作物がよく出来るようになるといわれている。この灌漑水は天龍川の水であつてその水質を白川の水と比較すると、石灰は約  $\frac{1}{4}$ 、 $\text{SiO}_2$  は約  $\frac{1}{4}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$  は  $\frac{1}{2}$  位で各種成分共極めて少い。他の例として鹿児島県西志布志村の野井倉における開田地区の灌漑について述べると、ここは畑地に灌漑して水田を造成しつつあるが、この用水は菱田川の水であつて、その成分含有量は  $\text{CaO}$  7.3p.p.m、 $\text{K}_2\text{O}$  3.5p.p.m、 $\text{SiO}_2$  52.0p.p.m、 $\text{MgO}$  2.2p.p.m であつて白川の水に比べると  $\text{CaO}$  は約  $\frac{1}{4}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$  は  $\frac{1}{2}$ 、 $\text{MgO}$  は  $\frac{1}{10}$  で  $\text{SiO}_2$  は略同じで特に  $\text{CaO}$  が少い。この土壌は腐植に傾るとも軽巖な黒色火山灰土で、石灰や磷酸に缺乏する不良土であつて畑作物の生育は極めて不良であるが、これに灌漑して水稻を栽培した跡の第1年目の裏作麦類は無灌漑区に比し、同一管理によつても2倍以上の増収を挙げようという。この地区の土壌調査の結果、灌漑によつて各種成分が集積されると共に理化学的性質が改善されていることが明かにされた。

かように所含成分含量の少い河川の水を用いても以上のような効果が期待出来る。勿論成分含有量の多いもの程用水量が少くて効果が顯著に現われるものと考ええる。

従つて今日既に灌漑施設が完了して実施されている地区は勿論、将来計画されている地区においても、夏季における早刈時に早害防止のために灌漑を行うにとどめず、冬季の水の需要の少い時は勿論、その他の時期でも機会をとらえてその余水を高度に利用する考えて休閑地に多量灌漑し、或は作付中でも作物の生育に支障のない範囲で多量灌漑して、土壌そのものを改良するようになすべきである。寒冷地帯における冬季灌漑はその主目的が地温を高め、霜害防止にあるが、他面多量の灌漑水を用いるため土壌そのものが改良されていることは明かである。

かくして、灌漑に依つて生産力の低い土壌、ことに不良火山灰土の性質を根本的に改良して、その生産力を一段と高めようものとする。

終りに当り、本研究遂行上種々御配慮を賜つた農地局、熊本農地司務局、熊本県農地部開拓課並びに現地の方々々に深甚な感謝の意を表する。