

## 干ばつ時における傾斜地の水利改善 に関する研究の概要

小 沢 行 雄  
国立防災科学技術センター

### Abstract of "Studies on the Improvement of Irrigation System of Slope Land in Droughty Season"

By  
Yukio Ozawa

National Research Center for Disaster Prevention, Tokyo

昭和42年、夏から秋にかけて西日本地方は大規模な干ばつに襲われた。科学技術庁では関係省庁の研究機関に呼びかけて、特別研究促進調整費による“西日本干害に関する特別研究”を組織して、実態調査による干害の発生機構の究明を中心にして各項目にわたる検討を行なった。その成果は、防災科学技術総合研究報告第20号（昭和44年3月、国立防災科学技術センター）としてすでに公表されているところであるが、この際次の事が注目された。すなわち、従来わが国の大きな干ばつによって打撃を受けたものは、主食である米をはじめとして各種畑作物に及んでいたが、近年稲の主産地においては灌漑網の発達により、この年のような大干ばつに対しても著しい抵抗性をもつようになり、干害は全く軽微でありむしろ豊作要因になった程であった。これに反して、やはり近年進められた果樹園の大増園は殆どこの立地を水利の便の悪い傾斜地帯に求めた結果、干害の主対象がほぼ完全にこれら果樹園に移行した観が強い。そこで、前記の特別研究に引続いて、これが対策の樹立を目指して“干ばつ時における傾斜地の水利改善に関する総合研究”に取り組むことになった次第である。この総合研究は昭和44年度から3カ年計画をもって実施され、次の各項目から構成された。この程、その報文がとり揃ったのでまとめて公表するに至った。ここに関係各位に対して深謝する次第である。

1. 中小河川流域の低濁水に関する研究  
建設省 土木研究所
2. 濁水期における地下水動態に関する研究  
農林省 農業土木試験場
3. 干ばつ時における限界かん水量に関する研究  
農林省 東海近畿農業試験場
4. 気候からみた干ばつ危険度区分法に関する研究  
農林省 農業技術研究所
5. 干害危険度に基づく水利改善対策に関する研究および研究の総括  
科学技術庁 国立防災科学技術センター

上記各研究項目のうちにはさらにいくつかの亜項目から構成されているものもあるが、これらの成果の概要を紹介すると次のとおりである。

中小河川流域の低濁水に関する研究は、中小河川域において干ばつ時に流出する水の変動、とくに低水流出機構を明らかにすることを目的に実施されたものであり、①砂層地下水の不定流実験、②小流域試験地の低水流出の解析、③貯水池による干ばつ防止方法に関する試験の3項から成っている。①は中小河川の流出をモデル化したものであり、②は裏筑波試験地（3.12km<sup>2</sup>）と美和試験地（1.36km<sup>2</sup>）のデータについてタンクモデルによって行なった解析である。大流域と小流域とでは流出の低減曲線が全く

異なることを指摘している。また、③によって小流域の小貯水池には水の利用効率を上昇させる可能性は殆んど期待できないことを示している。これらの結果から、地域計画に当っては流出量が $1\text{mm/day}$ が標準であるからこの範囲内におさまるようにすべきこと、および下水処理水の利用を提言すると共に、上記標準流出 $1\text{mm/day}$ は地形・地質で変るから、今後調査を進めて地形・地質による分類と推定ができるようにする必要があることを述べている。

渇水期における地下水動態に関する研究は、傾斜地の土壌水分動態に関する研究と地下水動態に関する研究との2項目から成っている。

土壌水分動態に関する研究は、傾斜地帯農地における浅層土壌の水分動態を追求して干ばつ時における土壌の水分保留特性および水分伝達特性の機能を明らかにする目的で行われたものである。このため、四国農試土地利用部所属の傾斜草地（香川県普通寺市）ならびに園芸試験場安芸津支場の傾斜地果樹園（広島県安芸津町）を試験地として土壌水分・降水量等の長期連続観測を行なってその結果を解析した。なお、安芸津試験地においては水収支を勘定するために必要な諸観測が併行して実施された。この結果、①干害が発生し始める干天日数の推定が可能となり、②干ばつ時においては下方からの水分補給が少ないこと、③平均的な保水性をもつ土壌ならば、数年に1回程度の干ばつには耐えられるが強い干ばつ時にはかん水が必要であること、等が明らかになった。また、④傾斜地では土壌の局所的差異が大きく、土壌水分の変化も表層以外は極めて不均一なことが分った。これは表層かんがい計画以外の一般的計画に当っては、この局所性を十分考慮しなければならないことを示している。

次に、地下水動態の研究は性格の異なる二つの調査区域を選定して、渇水期における地下水位・地下水流出の動的特性を検討しようとするものである。すなわち、一つは集水面積僅かに $0.63\text{km}^2$ の四国大麻山麓崖錐地帯であり、他は阿蘇山中央火口丘に $37.65\text{km}^2$ という集水面積をもつ高森扇状地であり水位観測・揚水試験などから水位や流出量の変化を究明すると共に、トリチウム年代測定によって地下水の循環速度の推定を行なっている。これらの結果、小流域崖錐地帯では渇水期になると地下水の流出量ははじめ速かに低下するがその後は次第に緩慢となるが、後者のように地下水の流水距離が大きい場合には流出量のてい減度合ははじめから極めてゆるやかで、干ばつに強いことなどが明らかにされた。

干ばつ時における限界かん水量に関する研究は、畑作物の限界必要水量に関する研究、果樹園における土面蒸発量とその防止に関する研究、少水分時の土壌水分移動についての研究、かんがい効率の改善に関する研究の4項目からなる。

畑作物の限界必要水量に関する研究は、各種畑作物の限界必要水量を明らかにするために、作物の蒸散量、水一収量曲線、土壌水分と作物の蒸散・光合成および生長、等の各項目について検討したものである。この結果次のようなことが明らかにされた。①ミカン園の蒸発散総量は年間 $940\sim 1050\text{mm}$ 程度で成木園と幼木園とでの差はないが、蒸散と蒸発との占める割合は全く異なる。幼木園では蒸散総量が $330\text{mm}$ 程度であるのに成木園ではその倍以上であり、幼木園では水の無効消費量が極めて大である。②作物の給与水量と収量との間には指数曲線的な関係があり、栽培面からみた限界必要水量としては、イネで $440\sim 500\text{mm}$ ・ダイズで $200\sim 300\text{mm}$ である。③干ばつ時、蒸散および光合成が低下し始める時点の土壌水分は作物の種類によって異なり、また反対にかん水した場合の蒸散や光合成の回復過程も作物の種類によって異なる。

果樹園における土面蒸発量とその防止に関する研究は、果樹園における土面からの水分損失をチャンパー法によって測定し、あわせて土面被覆によるその損失防止策を検討しようとしたものである。この結果、①年間生育シーズン平均の蒸発散量に対する土面蒸発量の比は、ブドウ園 $78.5\%$ ・カキ、モモ園 $54\sim 56\%$ であり、大豆など普通作物のそれに比べて著しく大きいことが明らかになった。これは葉面積指数の小さいことに主因の1つがあると推定された。また、②土面をワラ・発泡スチロール・石油樹脂および寒冷紗で被覆することによる水分無効損失抑制率はそれぞれ、 $80.4\%$ ・ $52.7\%$ ・ $29.4\%$ ・ $22.7\%$ であった。他方、草生栽培は水分損失が極めて大きく、普通の清耕栽培にくらべて平均 $180\%$ 、最大 $420\%$ という値が計測された。さらに土面被覆区は日中は高温に、夜間は低温になり気温の日較差が大となることも判明した。

少水分時の土壌水分移動についての研究は、少水分時における土壌水分の移動様相を明らかにする一助として、温度勾配があるときの土壌水分分布と移動、毛管移動による水分補給の限界点としての難動毛管とそれに対応する水分張力などを室内実験およびほ場実験を通じて検討したものである。その結果①温度勾配のあるときは土壌水は高温部から低温部へ移動し、特に温度差の大きい時には土柱に連続して毛管移動があってもそれを上廻る蒸気態移動が行われること、またある範囲までは少水分のときの方が移動水分量が多い傾向のあることなどが分った。また、②8種の土壌の難動毛管点の測定結果によれば、0.5～8.0 bar (pF 2.7～3.9)の範囲になり、2.5 bar (pF 3.4)内外のものが多いことが明らかになった。

かんがい効率の改善に関する研究では、まずかんがい方法の区分と適用範囲について整理し、水資源に恵れない地帯のかんがい方法の一つとして注入式土中かんがい法について検討を加えている。ついで、散水かんがいを効率的に計画する上で重要な許容散水強度を正しく推定するための散水インテーク測定装置の試作とその検討結果について述べている。また、下方多水分域から根群域への水分移動についての測定結果について若干ふれている。

気候からみた干ばつ危険度区分法に関する研究では、まず干ばつを農業の立場から“作物に利用される土壌中の水分の欠乏状態”であるととらえ、その欠乏の程度を干ばつ危険度とよんで、これを気候データから推定しようとした。そのため、実用的な蒸発量の推定方式をつくり出し、これによって瀬戸内地方各地の蒸発散量を求め、ついで降水量の観測値と組合せて土壌中の水分貯留量を算出、それが0となる日数の合計およびその連続性から危険度を区分してその地理的分布を求めるという手順をふんでいる。そして、この作業過程の反省から今後に残された問題点を列挙しているが、干ばつ危険度と干害の発生頻度との具体的な関連づけについて近い将来の課題にしたいと結んでいる。

干害危険度に基づく水利改善対策に関する研究は、周防大島の干害地域区分に関する研究と流量に関する統計からみた西日本の干害についての研究の2つから成る。

周防大島の干害地域区分に関する研究では、この島における果樹園干害を地形・土地利用方式という立場からミクروسケールで考察し、干害危険度を4階級に区分しその分布図を作成している。また、流量に関する統計からみた西日本の干害についての研究は、河川流量という観点からマクروسケールで日本の干ばつ危険度を論じたものであり、西日本は本来的に干ばつのおこり易い自然的条件を具備していることを明らかにしている。

この総合研究は、元来各研究機関が分担したサブテーマの研究成果が有機的に総合されてはじめて一つの総合研究としての纏まりと成果が構成されるように組織されたものである。ところが、各サブテーマとも上に概観したようにいずれも研究の途上にあり、必ずしも所期の目標までは到達していない状態にある。したがって、個々の研究成果としては、それぞれの専門分野において有意義な前進をしていることは明らかであるが、これらを総合して最終目標である傾斜地の水利改善についての総括的結論を打出すことは極めて困難である。この意味では総合研究と銘打って出発はしたものの、総合研究にまではならなくて研究の集合の段階で終了したことになる。もっとも、このような大きな課題をこなすには、正味2年半の研究期間はあまりにも短かすぎたということでもあろう。