

阿讃山地における新規造成草地土壌の生長 有効水分の特徴と畑地かんがい効果

川口公男・*後藤 恭

Characteristic features of readily available moisture
and effect of irrigation on reclaimed
grassland soils of Asan mountains region

Kimio Kawaguchi and Kyo Goto

はじめに

徳島香川両県境に沿って東西にのびる讃岐山脈の徳島県側南面は、阿讃山地と称されている。阿讃山地は中生界和泉層群からなりたっており土壌の通気性や透水性は不良で、土壌の塩基飽和度も低いせき薄土壌である。また気候は瀬戸内地域とよく似ており、年平均降水量は1,465mmで徳島市の1,743mmに対し84%と少なく、徳島県内では寡雨地域に属し旱害を受けやすいのが特徴である。

阿讃山地の傾斜地農業の振興策の一つとして、草地などの農地開発があげられるが、土壌の生産性からみた場合、これらの母材や気候の不良条件を克服する必要がある。

徳島県では1972年から1976年にわたって山地酪農の技術化に関する研究の一環として、板野郡上板町神宅の阿讃山地に造成した草地において、早期熟畑化や畑地かんがいの試験を実施した。畑地かんがい試験では総迅速有効水分の試算や、かん水による牧草の増収効果が認められるとともに、ベーシック・インテーク・レートが小さい、pF 2.6付近の水分分布が少ないなどの土壌水分に関する問題点が明らかとなったので報告したい。

なお本報告は農林省中国四国農政局資源課の委託による、畑地かんがい営農基準圃等調査—基礎試験を主としてとりまとめたものである。試験の実施にあたり徳島県耕地課の上野武彦氏（現耕地課主幹）、吉川喜久氏（現徳島農林事務所主査）、中野文彦氏（現徳島農林事務所係長）、当場の小山弘専門研究員、本庄栄二主任研究員、前田浩典主

任研究員（現徳島農業改良普及所技術主任）、馬淵敏夫主任研究員（現徳島農業改良普及所技術主任）らの協力を得た。ここに記して厚くお礼申し上げる。

I 土壌水分調査

1 調査圃場の概要

調査圃場は徳島県板野郡上板町神宅の阿讃山地の一角で、520 m前後の標高があり、傾斜は東南に面し約15度でここから尾根までは約150 mの標高差を有し、水源かん養林でおおわれていた。1972年の春に約30年生のアカマツを主とする雑木林を伐採し、ブルドーザで抜根した後、ローターベータで5 haを整地し草地とした。調査はこのうち、トルフェスク、オーチャードグラス、ペレニアルライグラスの3種混播草地を中心に行った。

この地域は瀬戸内地域とよく似た気候で、徳島県内では降雨量の少ないところである。1968年7月の農林省農地局の畑地かんがい立地区分調査報告書によると、連続旱天日数指数からは鳴門市から市場町までの阿北地域では、7～8月には16～20日の連続旱天が平均2回位発生し、その指数は徳島市より2割程度高いのが特徴である。

土壌については強酸性で、置換性塩基は土100gあたり1 me 前後と乏しく、1 aあたり炭酸カルシウム10kgと熔成リン肥20kg(表土10cmについて100gあたり5.5 meのアルカリ分で、陽イオン交換容量の約50%に相当)を表面施用し土壌改良を行っ

* 元農業試験場

た。

土壌断面は1972年8月28日に調査したが、土色は10~20cm付近の灰色(5Y5/2)を除き、黄褐色(10YR⁵⁻⁷/2~6)であった。ただ、10~20cm付近は α - α' ジピリジルの反応は不鮮明であったが、外観は過湿気味の土層を呈していた。土性は全層CLで、45cmまでは半風化の細小中の半角礫に富み、それ以下は中大巨礫にすこぶる富んでいた。この土壌は礫質褐色森林土壌の豊丘統に属した。

2 調査方法

調査項目は圃場容水量、土層別水分消費量、土層別 pF-土壌水分関係、シリンダ・インターク・レート、テンシオメーターによる土壌水分張力であり、これらから総迅速有効水分の試算を実施した。

圃場容水量は大雨(100mm以上)の翌日の土壌水分をあて、土層別水分消費型はその後の連続旱天がみられた時の土壌水分から試算した。

pF-土壌水分関係はpF1.5を土柱法(現地土壌)、pF2.4~3.8を細土を用いて遠心法と一部吸引法で求めた。

3 結果および考察

1) 圃場容水量および土層別水分消費型

圃場容水量は1972年9月16~17日に235mmの大雨があり、9月18日に圃場容水量に達したとみなし採土法で測定した。また土層別水分消費型を調査するため、畑地かんがい試験圃地に近接するトールフェスクの圃場でも圃場容水量を測定するとともに、さらに9月26日まで連続旱天がみられたので、圃場容水量後8日目の水分を測定した。これより第1表の土層別水分消費型、日消費水量を試算し、第3表の総迅速有効水分の試算のための圃場容水量とした。

第1表 土層別水分消費型および日消費水量

層位	圃場容水量	圃場容水量後8日目水分	消費水量	土壌水分消費型	日消費水量
cm	mm	mm	mm	%	mm/day
0~10	32.1	21.7	10.4	42	1.3
10~20	35.3	28.9	6.4	26	0.8
20~30	33.1	29.0	4.1	17	0.5
30~40	34.6	31.0	3.6	15	0.5
計	135.1	110.6	24.5	100	3.1

(注) 単位のmmは、土層10cmあるいは計40cmあたりの水分量である。

2) 土層別 pF-土壌水分関係

土層別 pF-土壌水分関係は第2表のとおりであ

った。pF2.4とpF2.7の水分率の差が非常に少ないのが特徴であった。

第2表 土層別 pF-土壌水分関係

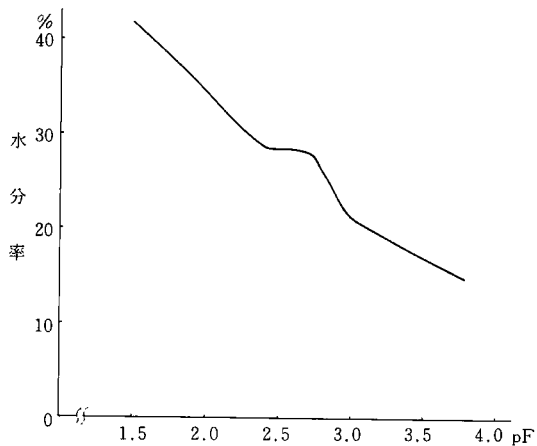
層位	仮比重	礫含量	pF1.5水分率	pF2.4水分率	pF2.7水分率	pF3.0水分率	pF3.8水分率
cm		%	%	%	%	%	%
0~10	1.178	18.1	36.6	24.8	24.3	20.4	14.2
10~20	1.338	20.1	41.8	28.7	28.1	21.3	14.8
20~30	1.303	20.0	43.0	28.6	28.0	21.8	14.8
30~40	1.269	14.7	44.3	28.3	28.0	23.2	15.6

3) 総迅速有効水分

1)の圃場容水量、土層別水分消費量および2)の土層別 pF-土壌水分関係から総迅速有効水分を第3表のとおり試算した。なお第3表において制限層である第1層がpF3.0の時は、第2表の第2層のpF-水分関係を第1図のとおり作成することにより、第2層はpF2.76と推定した。

第3表 総迅速有効水分

層位	圃場容水量	pF3.0水分	生長有効水分	全消費水量(仮定)	制限層	総迅速有効水分	制限層がpF3.0の時の水分
cm	mm	mm	mm	mm		mm	mm
0~10	31.9	20.4	11.5	27.1	○	27.1	20.4
10~20	34.1	21.3	12.8	49.0			20.4
20~30	35.8	21.8	14.0	83.8			31.3
30~40	32.7	23.2	9.5	64.6			28.7
計	135.5	86.7	47.8				107.4



第1図 第2層(10~20cm)のpF-水分曲線

4) シリンダ・インターク・レート

1972年10月3日に測定し、 $D = ct^n = 16t^{0.09}$ となった。[ここにD:積算浸入量(mm) t:給水をはじめてからの経過時間(min) c, n:定数] 竹

中⁵⁾によると n 値が 0.5 以下になることはまれで、非常に小さいのが特徴であった。すなわち I (インテーク・レート) = $86t^{-0.91}$ で I_B (ベーシック・インテーク・レート) = 0.28mm/h と小さかった。傾斜地でのシリンダ・インテーク・レートから散水強度を決定する場合について東海近畿農業試験場農業土木研究室⁶⁾はあくまでも一応の目安として、I_Bの5分の1程度としている。そこで今回の畑地かんがいにおけるスプリンクラーの散水強度 12mm/h は過大とみられたが、事実刈取前の草量の多い時期の牧草による水の一時保留も多いとみられた場合でも、15mm程度を越すと表面流出水が肉眼で認められた。このため、27.1mm、かん水する場合には時々休止しながらの実施となった。そして草地以上に水による侵食を受け易い普通の露地畑へのスプリンクラーかん水を適用する場合に、今後の課題として残ることとなった。ただ当面の解決策としては pF 3.0 よりも湿った状態でかん水を開始して、間断日数を短縮しかん水量を減少させることや、散水強度を減少させることなどがある。

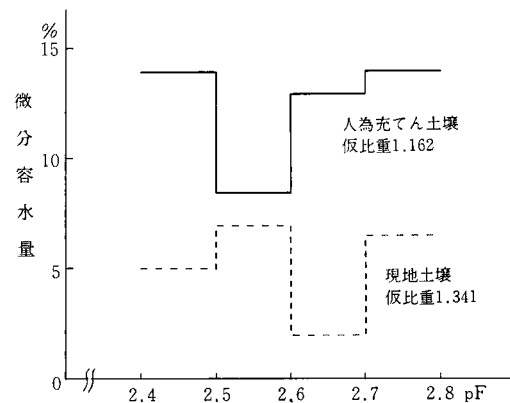
5) テンシオメーター示度の日変動

1973年春から第2層の土壤水分張力を測定しはじめたが、連続旱天が7~8日続いても9時の観測では、pF 2.4~2.6 (2.5~4.0m H₂O) で前年の日消費水量の調査をもとにする試算 (pF 2.76) からはかなりなずれがみられた。しかし16時の観測では当初の試算どうりの約 pF 2.76 (6m H₂O 弱) に達し、翌朝の9時には前日とほぼ同様の pF 2.4~2.6 に低下していることを確認した。筆者らは1972年にタケノコ園の土壤水分張力を自記テンシオメーターで観測したが、特に日変動の激しさには気付かなかったことから特異土壤と思われた。例えば水之江³⁾の愛知用水地域の畑地土壤の水分変化でも日変動はあるものの明瞭ではなく、湯村・元木⁷⁾により気温の昇降などでテンシオメーターの指示は常に若干の誤差がつきまとうとしているが、農林水産省の土地改良事業計画設計基準—畑地かんがい⁴⁾でもテンシオメーターの特徴で日変動についてはふれられていない。ただ岐阜県農業試験場¹⁾が低湿なハウス土壤で昼間は高 pF で夜間は低 pF と絶えず大きく変動することを明らかにしている。

そこでテンシオメーターの示度が大きく日変動することを確認した1973年6月15日以後は、最高の指示値となる16時頃の観測とした。

朝夕で pF 値が大きく変動する要因としては、つぎの点が考えられる。

- (1) 夜間に下層あるいは高所の水源かん養林からの水分補給が大きかった。
- (2) 第2層の飽和透水係数が 1.2×10^{-4} cm/s 程度以下で、畑状態となった不飽和の場合はさらに小さくなり、根からの吸水に下層からの毛管補給が間に合わなかった。
- (3) 第2表のとおり pF 2.4~2.7 の水分分布が少ないことについては、1972年に遠心法で測定したため低速回転域でのわずかの回転数の誤差も pF-水分値に反映し、大きな誤差となった可能性も強かった。しかし、第2表の pF 1.5 から pF 3.0 までの水分分布が均一と仮定すると、第2層の場合は $(41.8 - 21.3\text{mm}) \div (1.5 - 3.0\text{pF})$ より pF 0.1 に対し 1.4mm となる。pF 2.5 から pF 2.7 まで pF で 0.2 の変化を昼間に起すと 2.8mm の減少で、土層別土壤水分消費型の 26% より全層は 11mm/day の消費で過大な値とみられる。そこで1982年11月から1983年4月にかけて、減圧型の吸引装置で pF 2.5 付近の水分分布を調査したところ、第2図のとおりであった。1972年の造成当時に比較して土壤は圧密などで孔げきに変化を生じており、有効水分は全般に少なくなっていたが、pF 2.6 付近の水分分布が少ない傾向はうかがえた。なお造成当時により近い状態と考え細土を人為的に充てんしたものについても調



第2図 pF-水分分布

査した。この場合は現地土壌よりやや低pF側であったが、やはりpF2.6付近で少なかった。

pF2.6付近の乏しい水分分布となった測定結果の解析や、このような土壌の分布状況を明らかにすることが、今後の好ましい土壌水分管理を阿讃山地で行ううえの課題であろう。

6) 日消費水量の変動

第1表や1973年のテンシオメーターの観測から、日消費水量は3~4mmとみられた。しかし、1974年は降水に恵まれていたためか、連続早天が10日以上にならないとかん水適期に達したとみなせるpF値を示さなかった。このかん水適期の遅れ、すなわち日消費水量の減少に関連してつぎのことに気付いた。新規造成草地の周囲に道路を設けていたが、圃場の高所にある雑木林との境は約1mの法面を有しており、ここが湿っていると草地の乾燥は遅れ気味のようであった。そこで1975年に水源かん養林からの水分補給を減少させるため、圃場の上部と横側に巾50cm深さ50cmの承水路を設けて、無処理のところとpFの変動について比較した。その結果、無処理のところはpF2.0~2.3(1~2m H₂O)位に達した時には、処理した所はpF2.5~2.6(3~4m H₂O)位と2m H₂O程度の差を示すことが多く、高所の水源かん養林からの水分補給の大きかったことが推定された。

7) 阿讃山地におけるその他の作物の日消費水量

阿讃山地の開発に関連して、県営池田地区農地開発事業の一環で1976年6~8月に三好郡池田町西山で調査した。その時の日消費水量はつぎのとおりであった。牧草5.3mm, キャベツ1.9~2.0mm, ハクサイ1.6mm, ダイコン1.7mmで牧草を除き2mm以下であった。このように比較的少なかった理由としては、調査地が放牧地を除き雑木林に周囲をかこまれていた小規模な造成地での調査であったため、外圍の影響を少なからず受けていたためと思われる。

II 畑地かんがい試験

1 試験方法

1) 試験区

つぎの5区を設置した。

(1) 基準区

Iの土壌水分調査の総迅速有効水分の試算をもとに、制限層(ここでは第1層)がpF3.0に達したと他の層(ここでは第2層)のテンシオメーターの指度で推定された時点で、有効土層の土壌水分を圃場容水量に達するまでかん水する。この時のかん水量(総迅速有効水分)は27.1mmであった。しかし2年目にあたる1973年の水分消費量より、3年目からは連続早天が7日で第2層のpF値が2を越えている(実質的にはpF2.3以上)場合に、かん水することにした。

(2) 3分の2区

基準区のかん水時に、基準区の3分の2に相当する18.1mmをかん水する。

(3) 3分の1区

基準区のかん水時に、基準区の3分の1に相当する9.0mmをかん水する。

(4) 追肥後かん水区

追肥後の肥効促進のため、追肥直後に10mmをかん水する。

(5) 無かん水区

自然降水のみ。

2) 規模

1区20×20m(4a)の1区制で実施した。ただし無かん水区は10×20m(2a)で、区と区の間は5~10mの間隔を有し周囲は均一栽培としたため、圃場全体では60aであった。

3) かん水方法

付近の以前水田かんがい用に使用していた溜池(標高402.5m)から試験圃場近くの貯水槽(標高495.0m)に揚水ポンプで導水し、ここの貯水槽から加圧ポンプ(口径50mm, 揚程70m, 水量0.23m³/min)で送水し、スプリンクラーにより散水かんがいを実施した。試験地の標高は520m前後であったが、各区の元圧をスリース弁で3.7kg/cm²にセットした場合に、スプリンクラーノズル圧は平均3.3kg/cm²で、散水強度は12mm/hとなった。

なおここで使用したスプリンクラーの型式はレインバードNa65D(130°散水, 散水量37.5l/min)を区の4角に設置、さらに区の中央部にレインバードNa20HiLo(全円散水, 散水量11.5l/min)を設置した。

4) 供試作物・施肥量・収量調査

標高520m前後であるため、寒地型のトールフ

エスク, オーチャードグラス, ペレニアルライグラスの3草種を1aあたり各200gずつ1972年9月22日に混播した。

施肥量は播種前の元肥, 刈取後の追肥とも複合肥料で窒素, リン酸, カリを1aあたり各1.0kg施用した。

収量調査は基準区が刈取適期に達した時点で, 全区一斉に刈取り収量調査を行った。

2 結果および考察

1) 試験の経過

初年目の1972年は牧草の播種を行い, かん水試験は2年目から予定していた。しかし1973年2月下旬から4月上旬にかけて有効雨量(日降水量5mm以下は無効とみなす)は1mm以下とほとんどなく, その後も空梅雨のため水源である溜池の貯水量不足となり, 充分なかんがいは実施できなかった。また5年目は比較的多雨だったため, かん水は行わなかった。そこでほぼ計画どおりのかんがい試験は3年目と4年目の2か年の実施となった。

牧草については, 当初は3種混播であったが2年目の1973年の2番刈が7月23日でオーチャードグラスは出穂後の刈取りとなり, トールフェスクやペレニアルライグラスより草丈が長かったためか, オーチャードグラスが優勢で大半を占めていた。この状態は4年目まで継続していたが, 5年目にあたる1976年春頃には草地の株化が著しく進むとともに, トールフェスクが2割位を占めるように回復し, 植生の遷移がみられた。なお, 株化については, 基準区よりも無かん水区が著しかった。

2) 牧草の収量調査

生育期間にかん水を行ったあとの, 牧草の収量については第4表のとおりであった。

かん水は, 1974年に2回, 1975年に5回実施したが, この時期における牧草の収量はかん水により10~100%増収し, 石田ら²⁾と同様にかんがい効果がみられた。ただ1975年の牧草で, かん水により100%も増収したことについては, 株化が目立ちはじめた4年目で無かん水区の夏枯れが激しく, 低収量での比較のため指数として特に大きくあらわれたものと思われる。

1972年の土壌水分調査や1973年以降のテンシオメーターの指示値から, 多雨年を除き夏期の日消

第4表 かん水期における牧草の収量

(上段 生草重 kg/a
下段 基準区を100とする収量指数)

年	牧草生育期間	かん水月・日	基準区	3分の2区	3分の1区	追肥後かん水区	無かん水区
1974	%~½	%	385 110	261 68	241 63	277 72	297 77
	½~%	%	160 100	229 143	229 143	202 126	192 120
	計		545 100	490 90	470 86	479 88	489 90
1975	%~¾	%・¾	189 100	158 84	131 69	177 94	149 79
	%~%	%・%	113 100	77 68	48 42	64 57	46 41
	¾~%	%	157 100	72 46	76 48	57 36	34 22
	計		459 100	307 67	255 56	298 65	229 50

費水量は3~4mmとみられ, 1回のかん水量(総迅速有効水分)を27.1mmとした基準区で増収することが多いことから, この試算値は適正だったものと思われる。

少量かんがい(基準区の3分の2, 3分の1)を検討したが, 無かん水区と収量はほとんど差はなく節水かんがいは期待できなかった。

追肥後の肥効促進のための追肥後かん水についても, かん水効果は明らかでなかった。

摘 要

1972~1976年の5か年間, 阿讃山地の新規造成草地で, 土壌水分調査や畑地かんがいの効果試験を実施した。得られた成果はつぎのとおりであった。

- 1972年の調査から総迅速有効水分は27.1mmで日消費水量は3.1mmとなった。多雨年には高所の水源かん養林からの水分補給が多かったことが推定され, 10日以上連続旱天でもテンシオメーターの指示値からみて, 見かけの日消費水量は低下した。少雨年には6~8日でかん水適期となり, 日消費水量は4mm前後となった。
- 試験圃場における透水性は悪く, I_B (パーシク・インターク・レート)は0.28mm/hと非常に小さく, 12mm/hの散水強度では約15mmのかん水量で表面流去が認められた。
- テンシオメーターの示度はpF2.6付近において9時頃と16時頃を比較すると急激な日変動が起っていた。これはpF2.6付近の土壌水分の分

布が、他のpF域に比較して少なかったためと思われる。

- 4) 牧草に対するかん水効果は認められたが、総迅速有効水分の3分の2、3分の1と少量で行った場合には効果は劣った。

文 献

- 1) 岐阜県農業試験場(1970)：大型ハウスの省力管理方式確立に関する研究・岐阜農試報告，(9)：1—148.
- 2) 石田良作・川竹基弘・志村清・西村剛(1967)：傾斜地牧草畑のかんがい栽培法・東近農試研報，(16)：9—15.
- 3) 水之江政輝(1958)：畑土壌の水分変化・愛知用水地域(畑地)土壌説明書，愛知用水公団：123—126.
- 4) 農林水産省構造改善局(1982)：土壌水分の測定と表示・土地改良事業計画基準—計画・畑地かんがい，農林水産省構造改善局：29—30.
- 5) 竹中肇(1970)：種々の条件下におけるインタークレートの実測例，山崎不二夫・長谷川新一編・畑地かんがい(第8版)，農山漁村文化協会(東京)：38—43.
- 6) 東海近畿農業試験場農業土木研究室(1970)：許容散水強度測定装置の試作と現地試験・昭和44年度畑地における水利用の研究(農土資料8)，東海近畿農業試験場農業土木研究室：1.
- 7) 湯村義男・元木征治(1973)：デカリンを用いるテンシオメーターの不凍化(1)，土肥要旨集，(19)：85.