

重粘土草地の乾燥期における根圏土層と下層土間の水フラックス

| | |
|-------|--|
| 誌名 | 日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan |
| ISSN | 00290610 |
| 著者 | 中辻, 敏朗 松中, 照夫 木曾, 誠二 |
| 巻/号 | 72巻1号 |
| 掲載ページ | p. 18-24 |
| 発行年月 | 2001年2月 |

重粘土草地の乾燥期における 根圏土層と下層土間の水フラックス*1

中辻敏朗*2・松中照夫*3・木曾誠二*4

キーワード 重粘土草地, 乾燥期, 根圏土層, 下層土, 水フラックス

1. はじめに

日本の代表的な草地型酪農地帯である北海道北部では、保水性の小さな重粘土が広く分布する^{1,2)} うえ、牧草の主要な生育期間である5～8月の降雨量が300 mm程度と少ない。このような少雨条件下での牧草の生育は、土壌の保水性の影響を受けやすく³⁻⁶⁾、草地はしばしば水不足の被害をこうむってきた⁷⁾。当地域の干ばつ害回避策としては、有機物施用による土壌改良や耐干性草種の導入などが有効⁸⁾である。しかし、これらの対策を効率的に行うには、まず土壌の保水性を把握することが極めて重要であると指摘されている⁸⁾。

一般に、土壌の保水性は、根圏土層に保持される有効水分量で表されることが多い^{9,10)}。これは、根圏土層をひとつの水分貯留槽と見なし、その大きさを評価するという考え方である。ただし、実際には、根圏土層はそれ以深の土層である下層土と連続しているため、保水性の対象を根圏土層のみとするのでは不十分である。例えば、根圏土層の水分が減少すると、両土層間に水ポテンシャル勾配が生じて、下層土から根圏土層へ上向きの水フラックスが発生する。したがって、作物に対する土壌の水分供給能を評価するには、根圏土層の保水性だけでなく、根圏土層と下層土間の水フラックスも考慮する必要がある。

根圏土層と下層土間の水フラックスに関する既往の研究をみると、大型植栽カラム^{11,12)}やモデルシミュレーション¹³⁻¹⁵⁾による試験では、圃場における検証が十分

に行われていない。一方、圃場条件下の水フラックスを水収支法やフラックス法で推定した例^{4,16,17)}は、いずれも測定期間が1カ月程度と短く、早春から晩秋まで長期間利用される草地を対象とした報告^{4,17)}は少ない。すなわち、土壌の水分供給能に対する根圏土層と下層土間の水フラックスの評価が草地でも重要であるにもかかわらず、この点に関する実際の圃場レベルでの情報が、草地では特に不足している。

そこで本報では、北海道北部の重粘土草地について、牧草生育期間における根圏土層と下層土間の水フラックスの実態を水収支法を用いて明らかにするとともに、乾燥期の牧草生育に対する下層土から根圏土層への水分供給の意義を考察した。

2. 試験方法

1) 試験圃場

試験圃場は、北海道浜頓別町の天北農業試験場内の台地褐色森林土（農耕地土壌分類第3次改訂版¹⁸⁾による、これ以降は褐色森林土と呼ぶ）に立地する更新後6年目の草地と、浜頓別町の南東約140 kmに位置する紋別市の北海道農業試験場畑作研究センター内における普通灰色台地土（同じく灰色台地土）に立地する更新後3年目の新しい草地である。圃場面積は、いずれも30 m×30 mである。褐色森林土と灰色台地土は、Soil Taxonomy¹⁹⁾ではTypic Dystrochrepts, Typic Epiaquollsにそれぞれ該当する。

牧草生育期間（5～9月）の平均気温の平年値は浜頓別町と紋別市ともに13.9°C、同じく降雨量の平年値はそれぞれ468, 449 mmと大差がない。ただし、試験を実施した1993年の降雨量は、いずれの圃場も平年より著しく少なかったが、灰色台地土（紋別市）が316 mmで、褐色森林土（浜頓別町）の257 mmよりやや多かった。

両圃場とも栽培牧草はオーチャードグラス (*Dactylis glomerata* L.) で、北海道施肥標準²⁰⁾に準じて管理し

*1 本報告の概要は、1996年度日本土壌肥料学会東京大会において発表した。また、本研究は農林水産省指定試験事業で行った。

*2 北海道立天北農業試験場（現在、農林水産省農業研究センター 305-8666 つくば市観音台3-1-1）

*3 同上（現在、酪農学園大学 069-8501 江別市文京台緑町）

*4 同上（098-5736 北海道枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘）

2000年4月26日 受付・受理

日本土壌肥料学雑誌 第72巻 第1号 p.18～24 (2001)

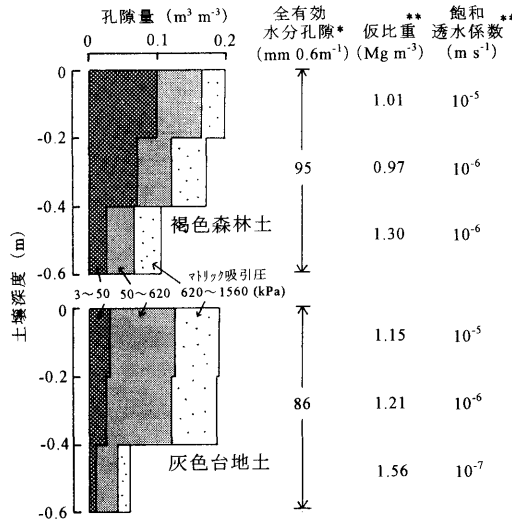


図1 供試草地土壌の主な物理性

* 全有効水分孔隙はマトリック吸引圧3~1560 kPaに相当する孔隙。

** 各土層の仮比重および飽和透水系数の測定深は上から順に-0.1, -0.3, -0.5 m。

た。すなわち、牧草の刈取りは6月上旬、8月上旬、9月下旬の年3回行った。年間の窒素、リン酸、カリウムの施肥量は、ha当たりN、P₂O₅、K₂Oとしてそれぞれ180, 100, 180 kgで、高度化成肥料草地8号を用いて早春、1, 2番草刈取り後に均等分施した。試験年のha当たりの年間乾物収量は両草地で大差がなく、褐色森林土が9.5 Mg、灰色台地土が10.3 Mgであった(図2a, 図3a)。これは当地域の農家の平均収量よりも高く、また北海道施肥標準の目標収量と同レベルであった。

供試草地土壌の主な物理性を図1に示した。灰色台地土は、褐色森林土に比べて易有効水分に相当するマトリック吸引圧3~50 kPaの孔隙が少なく、50 kPa以上の孔隙が多い。水柱に換算した深さ0.6 mまでの全有効水分孔隙(3~1560 kPa)は、褐色森林土が95 mmで、灰色台地土の86 mmよりもやや多かった。飽和透水系数は両土壌間に大差はなかったが、仮比重は灰色台地土が褐色森林土より大きかった。

なお、本試験における根圏土層は、土壌断面調査時に根の存在が確認された深さ0.6 mまでとし、0.6 m以深を下層土とした。

2) 調査項目

1993年5月から9月にかけて、水フラックスを求めするために必要な以下の項目を調査した。

(1) 土壌水分

1週間にはほぼ1回の頻度で、根圏土層とした深さ0.6 mまでを0.1 mごとに採土して、含水比を測定した。体積含水率は、含水比に仮比重を乗じて求めた。また、テンシオメータを深さ0.3~1.5 mまで0.2 m間隔で計7深度に埋設し、土壌のマトリック吸引圧も2~3日おきに測定した。マトリック吸引圧が0 kPaとなる深さを地下停滞水位とした。

(2) 蒸発散量

蒸発散量は熱収支法²¹⁾により推定した。推定に必要な項目である純放射量、地中熱流量、気温および湿度を、それぞれ放射収支計(英光精機, CN-11型)、熱流計(英光精機, CN-81型)、熱電対の乾球・湿球温度計を用いて、圃場の中心部で24時間連続測定した。蒸発散量は1時間ごとに計算し、24時間積算値を日蒸発散量とした。

(3) 降雨量

褐色森林土では天北農試場内のアメダスデータを、灰色台地土では畑作研究センター露場の観測値を使用した。

3) 根圏土層と下層土間の水フラックスの推定

根圏土層(0~0.6 m)と下層土(0.6 m以深)間の水フラックスは、水収支法²²⁾により以下の手順で求めた。なお、水フラックスの算出法にはいくつかの方法が提案されている¹⁶⁾。本試験では、それらのうち、水フラックスの季節推移の傾向を把握するのに適した水収支法を採用した。

根圏土層の水収支は任意の期間について、次式のように表される。

$$R + ET + \Delta S + D = 0 \quad (1)$$

ここで、 R : 降雨量, ET : 蒸発散量, ΔS : 根圏土層の土壤水分変化量, D : 根圏土層と下層土間の水フラックスで、単位はいずれも mm である。符号は R が正, ET が負である。 ΔS は増加のときが正で、減少のときは負である。また D は上向き(下層土から根圏土層への水の流入)で負, 下向き(根圏土層から下層土への水の流出)で正である。なお、両圃場とも平坦であったので地表面流水は考慮しなかった。

水収支式(1)のうち降雨量 R と蒸発散量 ET は、前節の(2), (3)に示した方法で得た値を用いた。根圏土層の土壤水分変化量 ΔS は、主にテンシオメータ法で求めた。この理由は、採土法では測定のたびに採土地点異なることによる測定値の変動が大きかったためである。ただし、乾燥期には、テンシオメータ法と採土法を併用して計算した。すなわち、夏期間の著しい乾燥に

よりテンシオメータでマトリック吸引圧を測定できなくなった土層、およびテンシオメータを埋設していない表層(褐色森林土では深さ0.2 mまで、灰色台地土では0.4 mまで)については採土法で、またそれ以深の土層はテンシオメータ法で体積含水率を求めて、 ΔS を算出した。以上の水収支計算は、土壤水分(採土法)の測定間隔に合わせてほぼ1週間ごとに行った。

3. 試験結果

1) 褐色森林土

(1) 降雨量, 土壤水分量および蒸発散量

降雨量は、試験開始～6月下旬まで比較的多かった(図2b)。7月上旬～8月上旬は合計13 mmと少なく、これ以降は再び増加した。試験期間の積算降雨量は257 mmで、平年値の55%と少なかった。

蒸発散量は、5月の0.5～1.0 mm d⁻¹から次第に増加して、8月上旬に2.4 mm d⁻¹と最大になった後、漸減する傾向を示した(図2c)。

根圏土層の有効水分量は、降雨量や蒸発散量とおおむね対応しながら推移した(図2d)。すなわち、降雨が少なく蒸発散量が比較的大きかった7月中旬～8月上旬は35 mm前後で、全有効水分量の約40%と少なかったが、これ以外の期間では多かった。

(2) 根圏土層と下層土間の水フラックス

根圏土層と下層土間の水フラックスは、降雨量または根圏土層の有効水分量が多かった試験開始時～7月上旬の期間、下向き(根圏土層からの水の流出)が主体であった(図2e)。特に、6月下旬～7月上旬の下向きフラックスの平均値は2.1 mm d⁻¹と比較的大きかった。

これに対し、降雨量と根圏土層の有効水分量が少なくなった7月中旬～8月上旬には、フラックスが上向き(根圏土層への水の流入)に転じ、下層土から根圏土層への水分供給が認められた。この上向きフラックスの平均値は1.0 mm d⁻¹で、同期間の蒸発散量の55%にも達した。これ以降は、8月下旬を除き、下向きフラックスが支配的であった。

(3) 下層土のマトリック吸引圧の動態

下層土(深さ0.6～1.5 m)の水分動態を把握するため、マトリック吸引圧等値線の推移を図2fに示した。

下層土から根圏土層へ上向きの水フラックスが生じた7月中旬～8月上旬には、マトリック吸引圧10, 30, 60 kPaの等値線がそれぞれ徐々に下降し、下層土が乾いていく状態が認められた。逆に、下向きフラックスが支配的であった試験開始～7月上旬および9月の下層土は湿潤で、吸引圧は10 kPa以下を示すことが多かつ

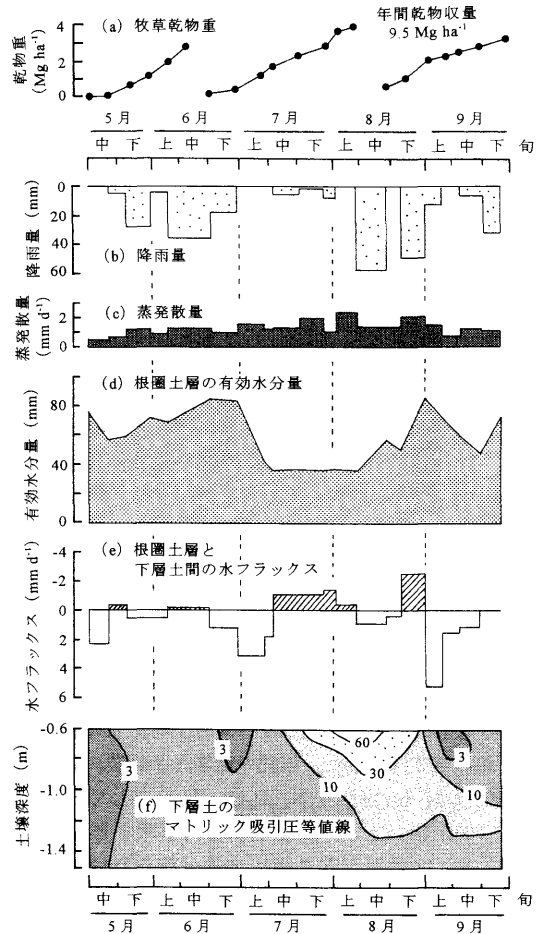


図2 褐色森林土における水分動態および牧草生育
根圏土層の有効水分量は、0～0.6 m土層におけるマトリック吸引圧3～1560 kPa間の水分量。水フラックスは上向き(下層土から根圏土層への水の流入)で負、下向き(根圏土層から下層土への水の流出)で正。マトリック吸引圧等値線の数値の単位はkPa。牧草はオーチャードグラス。

た。このように、下層土のマトリック吸引圧等値線の変化は、根圏土層と下層土間の水フラックスの動態を反映していた。

2) 灰色台地土

(1) 降雨量, 土壤水分量および蒸発散量

降雨量は、6月中旬～下旬に特に多かった(図3b)。しかし、7月のそれは19 mmと少なく、その後再び増加した。試験期間の積算降雨量は、平年値の70%である316 mmで、褐色森林土の257 mmよりもやや多かった。

蒸発散量は、一般に褐色森林土よりも大きく、

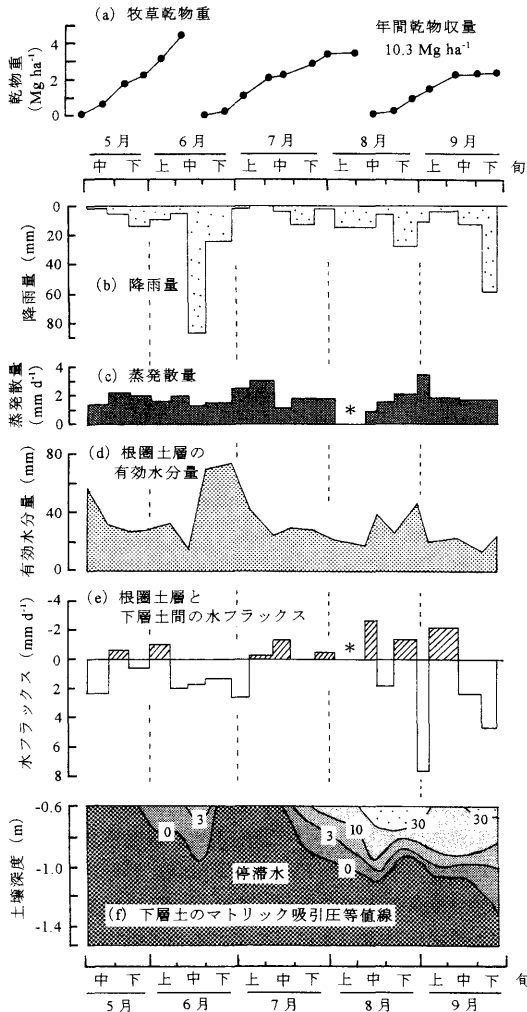


図3 灰色台地土における水動態および牧草生育
*は欠測期間。その他は図2に同じ。

0.9~3.4 mm d⁻¹の範囲であった(図3c)。蒸発散量の季節的な推移は、一定の傾向を示さなかった。

根圏土層の有効水分量は、蒸発散量の推移に一定の傾向が示されなかったため、降雨量にはほぼ対応して推移した(図3d)。すなわち、6月中旬～下旬の多雨で70 mm前後へ急増した後、少雨の7月～8月上旬には全有効水分量の20%である20 mm程度にまで減少した。なお、8月中旬以降は、降雨量との対応関係がやや不明瞭となった。

以上のような灰色台地土における降雨と根圏土層の有効水分量の季節的推移は、褐色森林土と類似していた。

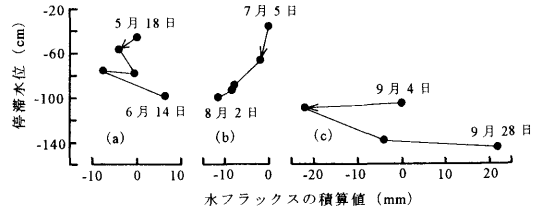


図4 灰色台地土における根圏土層と下層土間の水フラックスの積算値と地下停滞水位との関係
(a) 5月18日～6月14日、(b) 7月5日～8月2日、(c) 9月4日～9月28日。水フラックスの符号は図2に同じ。図中の矢印は暦日の経過方向を示している。

(2) 根圏土層と下層土間の水フラックス

降雨量や根圏土層の有効水分量が比較的多かった試験開始～6月下旬には、根圏土層と下層土間に下向きフラックスが多く発生した(図3e)。6月中旬～下旬の下向きフラックスの平均値は1.9 mm d⁻¹で、褐色森林土よりもやや小さかった。

上向きフラックスは、根圏土層の有効水分量が少なくなった7月上旬～8月上旬に認められた。この期間の上向きフラックスの平均値は0.4 mm d⁻¹で、同期間の蒸発散量の20%に相当し、いずれも褐色森林土の半分以下であった。

一方、降雨量と根圏土層の有効水分量との対応関係が判然としなくなった8月中旬以降のフラックスは、褐色森林土とは異なり、絶対値が大きくなるとともに向きも頻繁に変化する傾向を示した。

このような灰色台地土における水フラックスの変化パターンは、8月中旬以降を除くと、基本的には褐色森林土の場合と同様であった。

(3) 下層土のマトリック吸引圧の動態および地下停滞水位

灰色台地土の下層土には、褐色森林土では認められなかった地下停滞水が常に存在した(図3f)。停滞水位(0 kPaの等値線)は、6月中旬に深さ1.0 m付近まで低下した後、急激に上昇した。7月中旬以降は停滞水位が徐々に低下するとともに、水位の上部の土層にマトリック吸引圧3, 10, 30 kPaの等値線が出現し、下層土が乾いていく様子がうかがわれた。

このような停滞水位の低下と水フラックスとの関係を、下層土から根圏土層へ上向きフラックスが続いた7月上旬～8月上旬についてみると(図4b)、上向きフラックスが持続する(フラックス積算値が小さくなる)につれて、停滞水位が低下する傾向が明らかに認められた。しかし、同じく停滞水位が低下しつつあった5月中

旬～6月中旬および9月では、フラックスと停滞水位との間に上述したような関係は示されなかった(図4a, c)。

4. 考 察

一般に、根圏土層と下層土間の水フラックスの向きや大きさは、降雨量や土壌水分量などの影響を強く受ける^{4,16,17)}。本試験における水フラックスの変化も、降雨量と根圏土層の有効水分量の季節的な推移とほぼ対応していた。すなわち、褐色森林土と灰色台地土のいずれの草地でも、降雨量や根圏土層の有効水分量が多い湿潤期には根圏土層から下層土への下向きフラックスが、両者またはいずれかが少ない乾燥期には下層土から根圏土層への上向きフラックスが多く発生する傾向にあった(図2, 3)。

このうち、乾燥期における上向きフラックスの大きさは、褐色森林土で 1.0 mm d^{-1} (7月中旬～8月上旬)、灰色台地土で 0.4 mm d^{-1} (7月上旬～8月上旬)程度と見積もられた。乾燥期の上向きフラックスの値としては、重粘土草地などで $0.4, 0.5 \text{ mm d}^{-1}$ ^{4,17)}、また淡色黒ボク土のダイズ畑では 1.0 mm d^{-1} ¹⁶⁾が示されている。また、湿潤期の下向きフラックスは、 $1.9\sim 2.1 \text{ mm d}^{-1}$ (6月中旬～7月上旬)と推定されたが、これも草地では 1.9 mm d^{-1} ¹⁷⁾の値が報告されている。以上のよう、両フラックスが既往の値とほぼ一致していることから、水収支法で推定した本試験の水フラックス値は、おおむね妥当なものであろう。

根圏土層と下層土間の水フラックスのなかでも、上向きフラックスは、乾燥条件下での一般畑作物の生育にとって重要な水分供給源である¹⁶⁾。このことは牧草でも同様と考えられる。例えば、更新年次や肥培管理、降雨量などの条件がほぼ同一の場合、乾燥年の灰色台地土草地の収量は褐色森林土よりも明らかに低い^{5,23)}ことが認められている。この灰色台地土の低収要因としては、これまで主に、根圏土層の有効水分量が少ないこと⁵⁾が挙げられてきた。しかし、本試験結果からは、新たな低収要因として、下層土から根圏土層への上向きフラックスも小さいことが指摘できる。すなわち、本試験によれば、褐色森林土の乾燥期の上向きフラックスは 1.0 mm d^{-1} で、この時の蒸発散量の55%と大きかったのに対し、灰色台地土では 0.4 mm d^{-1} と小さく、蒸発散量に占める割合も20%に過ぎなかった。したがって、一般に灰色台地土の草地が乾燥年に低収となるのは、根圏土層の有効水分量が少ないことに加えて、下層土からの水分供給にも乏しく、褐色森林土よりも容易に低水分条件

に陥りやすいためと理解することができる。

図2, 3に示したように、両草地の下層土は上向きの水フラックスの発生に伴って乾いていき、下層土が上向きフラックスの供給源となっていることが確認された。一方、地下停滞水が存在した灰色台地土では、7月上旬～8月上旬の上向きフラックス発生期間に、停滞水位が次第に低下していった(図4b)。これは、この上向きフラックスが主に停滞水に由来することを示唆している。すなわち、灰色台地土の乾燥期の水供給源としては、下層土だけでなく地下停滞水も重要であると考えられる。ただし、上向きフラックスと停滞水位との間には、上述のような一定の関係が認められない期間もあった(5月中旬～6月中旬および9月, 図4a, c)。5月中旬～6月中旬における原因は判然としない。9月については、地下停滞水位が深いことによる水位上昇・低下の時間的な遅れなどが影響していると思われる。

すでに述べたように、灰色台地土での上向きフラックスは褐色森林土のそれよりも小さく、両者には明らかな土壌間差が認められた。上向きフラックスが発生した期間の下層土のマトリック吸引圧は、褐色森林土、灰色台地土ともおおむね 10 kPa 以下のことが多かった(図2f, 図3f)。岩間²⁴⁾は、このような低いマトリック吸引圧では、灰色台地土の不飽和透水係数が褐色森林土よりも1オーダー程度小さいことを示している。したがって、本試験では下層土の不飽和透水係数を測定していないため断定はできないものの、本試験における両土壌の上向きフラックスの差異は、主に、水分供給源である下層土の透水性の違いに起因しているであろう。

以上を総括すると、灰色台地土の乾燥期の上向き水フラックスは褐色森林土よりも小さいこと、上向きフラックスの供給源としては両草地とも下層土が、また灰色台地土では地下停滞水も重要であることが明らかとなった。さらに、本試験結果と牧草収量の土壌間差に関する既往の知見とを合わせて考えると、上向きフラックスは、乾燥期の牧草生育を規制する重要な要因の一つであると推察された。

5. 要 約

北海道北部の重粘土草地(台地褐色森林土と普通灰色台地土, オーチャードグラス単播)について、牧草生育期間における根圏土層と下層土間の水フラックスの実態を水収支法を用いて明らかにし、乾燥期の牧草生育に対する下層土から根圏土層への水分供給の意義を考察した。

1) 根圏土層(0～0.6 m)の有効水分が多い湿潤期

には、根圏土層から下層土（0.6 m 以深）への下向きの水フラックスが多く発生した。その値は台地褐色森林土で 2.1 mm d^{-1} 、普通灰色台地土で 1.9 mm d^{-1} と見積もられた。

2) これに対して、根圏土層の有効水分が減少する乾燥期には、下層土から根圏土層への上向きの水フラックスが認められ、根圏土層へ水分供給が行われた。その推定値は、普通灰色台地土が 0.4 mm d^{-1} （蒸発散量の20%）で、台地褐色森林土の 1.0 mm d^{-1} （同55%）より小さかった。上向きフラックスの土壌間差は、主に、下層土の透水性の差異に起因すると考えられた。

3) 両土層の下層土のマトリック吸引圧は、上向き水フラックスの発生に伴って大きくなった。また、地下停滞水が存在した普通灰色台地土では、7月上旬～8月上旬の上向きフラックス発生期間に停滞水位が次第に低下した。

4) 上向きフラックスの水供給源としては、台地褐色森林土では下層土が、普通灰色台地土では下層土と地下停滞水が重要であった。また、下層土から根圏土層への上向きの水フラックスは、乾燥期の牧草生育を規制する重要な要因の一つと推察された。

謝辞 試験圃場の貸与、管理にご協力いただいた北海道農試畑作研究センター遺伝資源利用研究室の関係各位に感謝致します。

文 献

- 1) 北海道開発局農林水産部：重粘土構造分類調査報告書，p. 1～195（1967）
- 2) 北海道立中央農試：北海道土壌区一覽，北海道立農試資料，**21**，1～123（1993）
- 3) 宝示戸雅之・坂本宣崇・高尾欽弥：天北地方のオーチャードグラス主体草地における気象要因と乾物生産，北農，**48**，1～10（1981）
- 4) 岩間秀矩：北海道北部に分布する重粘土の物理性不良要因とその改良，北海道農試研究報告，**150**，91～198（1988）
- 5) 三木直倫・高尾欽弥・西宗 昭：天北地方重粘土草地の生産力と気象，土壤水分特性の関係，北海道立農試集報，**54**，21～30（1986）
- 6) 中辻敏朗・三木直倫・松原一實：気象・土壤水分特性からみた草地の生産力可能性分級（第1報），北海道草地研究会報，**24**，162～165（1990）
- 7) 北海道農政部：オーチャードグラス採草地に対するかん水指針，平成11年度普及奨励事項並びに指導参考事項，p. 255～257（1999）
- 8) 三木直倫・高尾欽弥：草地地帯における細密土壌区分図の作成とその利用，ペドロジスト，**31**，2～13（1987）
- 9) 石渡輝夫・小林信也・斉藤万之助・佐久間敏雄：北海道の農耕地土壌の孔隙分布特性とその分布図，土肥誌，**64**，685～689（1993）
- 10) 木下 彰：土壤の水分特性と水管理，北海道農試研究資料，**1**，55～80（1973）
- 11) 千家正照・木原康孝・西村直正・西出 勤・丸山利輔：土壤水の動態と毛管補給の実験的研究，農業土木学会論文集，**155**，53～59（1991）
- 12) 木原康孝・丸山利輔・千家正照・西出 勤：土壤水の動態と毛管補給の理論的考察，同上，**155**，61～67（1991）
- 13) Brandyk, T. and Wesseling, J. G.: Steady state capillary rise in some soil profiles. *Z. Pflanzenernaehr. Bodenkn.*, **148**，54～65（1985）
- 14) 河野 広・白谷栄作・グィエンクァン キム：畑地用水計画における根群域への上向き補給水量について，農業土木学会論文集，**175**，9～15（1995）
- 15) 凌 祥之・黒田正治・中野芳輔：畑地の水消費と土壌中の上向き水分フラックスの解析，同上，**188**，9～16（1997）
- 16) Hasegawa, S., Osozawa, S. and Ueno, H.: Measurement of soil water flux in Andisols at a depth below a root zone of about 1 meter. *Soil Sci. Plant Nutr.*, **40**，137～147（1994）
- 17) 佐久間敏雄・小林信也・吉田 亨：畑地における水分および熱の動態（第2報），土肥誌，**46**，514～520（1975）
- 18) 農耕地土壌分類委員会：農耕地土壌分類第3次改訂版，農業環境技術研究所資料，**17**，1～79（1995）
- 19) Soil Survey Staff: Key to Soil Taxonomy, 6th ed., p. 229, 446, Pocahontas Press, Inc., Blacksburg, Virginia（1994）
- 20) 北海道農政部：北海道施肥標準，p. 51（1995）
- 21) 佐久間敏雄・小林信也・吉田 亨：畑地における水分および熱の動態（第1報），土肥誌，**46**，507～513（1975）
- 22) 土壤物理性測定法委員会：土壤物理性測定法，p. 222，養賢堂，東京（1982）
- 23) 北海道立天北農業試験場：平成10年度農林水産省指定草地土壌試験成績書，p. 16～71（1999）
- 24) 岩間秀矩：疑似グライ土の水分環境と排水の特徴，ペドロジスト，**24**，144～156（1980）

Soil Water Flux between Root Zone and Subsoil in Grasslands on Heavy Clay Soils during a Dry Period

Toshiro Nakatsuji¹, Teruo Matsunaka² and Seiji Kiso
(*Hokkaido Tenpoku Agric. Exp. Stn.*; present addresses: ¹*Natl. Agric. Res. Cent.*, ²*Rakuno Gakuen Univ.*)

Soil water flux between the root zone and subsoil in grasslands (orchardgrass, *Dactylis glomerata* L.) on heavy clay soils, Terrace Brown Forest Soil (Bf, Typic Dystrachrepts) and Haplic Gray Upland Soil (GrU, Typic Epiaquults), was investigated using the water balance method to analyze the role of upward soil water flux in grass growth during a dry period. The results are summarized as follows.

1) The downward soil water flux from the root zone (0 to 0.6 m) to the subsoil (below 0.6 m) showed an average rate of 2.1 mm d⁻¹ for Bf and 1.9 mm d⁻¹ for GrU during the wet period when the available soil moisture content was high.

2) On the contrary, the upward soil water flux from the subsoil appeared and water was supplied to the root zone throughout the dry period when the available soil moisture content was low. The average upward flux for GrU was estimated at 0.4 mm d⁻¹ (20% of the evapotranspiration) and the values for GrU were smaller than those for Bf, 1.0 mm d⁻¹ (55%). The difference in the upward soil water flux between Bf and GrU was due to the difference in the unsaturated conductivity between the subsoils.

3) The matric suction of the subsoils for both Bf and GrU increased during the period when the upward flux occurred. Stagnant water level in GrU also gradually decreased during the period of a month from early July, along with the appearance of the upward flux.

4) Soil water in the subsoil was important as a source of upward flux for both Bf and GrU. Stagnant water was also especially important for GrU. The presence of the upward flux in grasslands on heavy clay soils seemed to be one of the significant factors which control grass growth under drought conditions.

Key words dry period, grassland on heavy clay soil, root zone, soil water flux, subsoil

(*Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 72, 18-24, 2001)