

## 報 文

# 土壌-植物-大気系 (SPAC) の放射・水分レジムの 影響によるコムギ畑の蒸発散の変動

高橋 千穂\*・波多野隆介\*・佐久間敏雄\*

Fluctuation of Evapotranspiration from Wheat Fields as influenced by  
Radiation and Water Regime of the Soil-Plant-Atmosphere Continuum.

Chiho TAKAHASHI, Ryusuke HATANO, and Toshio SAKUMA

Faculty of Agriculture, Hokkaido University

## 1. はじめに

土壌-植物系からの蒸発散量を知ることは灌漑計画を考えるうえで必須であるとともに、非灌漑下における作物の生産性を考えるうえでも重要である。ポットのような限られた土壌体に生育する植物では、土壌の水分の減少に伴って植物水分ポテンシャルが低下し、蒸散が抑制されることが知られている。<sup>1)</sup>しかし圃場では植物根は上層から下層まで異なる土壌水分環境におかれており、植物の水反応性を知るためには、供給される熱エネルギーに対しておこる蒸発散の支配要因を調査していく必要がある。すなわち、土壌-植物系から大気への水移動を潜熱伝達量の変動から求めるとともに、土壌から植物への水移動を植物水分ポテンシャルの変動を指標として解析し、その水移動の供給源としての土壌の役割を論じていく必要があるであろう。

本報告では、水分特性の異なる疑似グライ土、厚層黒色火山性土、砂丘未熟土のコムギ畑において、1年ごとに蒸発散量を熱収支法により測定し、土壌-植物-大気

系 (SPAC) の水輸送の解析のためにそれぞれの系の水分ポテンシャルを測定した。さらに、コムギの地上部の生育状態および根密度の土層内分布を得た。これらの結果に基づき水供給源としての土壌の役割を考察した。

## 2. 供試圃場及び測定方法

### 1) 供試圃場

供試圃場はいずれも札幌市近郊に位置する農家の畑で、当別町高岡の疑似グライ土 (PSG)、長沼町北長沼の厚層黒色火山性土 (OAS) と石狩町生振の砂丘未熟土 (SRS) の秋播きコムギ畑を用いた (Table 1)。なお、疑似グライ土と厚層黒色火山性土は水田転換畑である。

疑似グライ土では Ap 層直下の C1g 層がち密・堅硬で、C2g 層は発達した柱状構造を持ち、深さ 120 cm から難透水層 (Cr) が出現した (Table 2)。厚層黒色火山性土では、Ap1 層の直下に床締めによって締め固められた Ap2 層があり、以下の AB, B, 2C 層には微細な管状孔隙が発達していた。砂丘未熟土では、Ap 層の下にやや

Table 1. Field managements

	Pseudogleys (PSG)	Ordinary Andosols (OAS)	Sand-Dune Regosols (SRS)
year of measurement	1986	1987	1988
cultivar	Horoshiri	Horoshiri	Chihoku
seeding rate (kg/10a)	10~15	15	12
field area (m <sup>2</sup> )	41×80	43×222	45×55
basal application (N:P:K, kg/10a)	4.3:12.1:5.0	6.0:10.8:7.2	4.8:12:7.8
supplement application (N:P:K, kg/10a)	10.6:0.7:0.5	6.8:0:6.8	10.2:0:10.2

\*北海道大学農学部 〒060 札幌市北区北9西9

土壌の物理性 第62号 p.33~41 (1991)

受理月日 1990年11月5日

Table 2. Soil profiles and pore size distribution

Horizon	Depth cm	Water content %		
		pF0-1.5	pF1.5-2.5	pF2.5-4.2
Pseudogleys				
Ap	0-15	20.2	2.8	7.1
C 1 g	15-50	1.7	2.0	11.1
C 2 g	50-120	1.5	1.0	8.4
Cr	120-150+			
Ordinary Andosols				
Ap 1	0-34	7.8	11.9	12.2
Ap 2	34-46	1.8	5.6	14.4
AB	45-57	1.6	11.3	12.9
B	57-80	2.5	10.0	12.7
2 C 1	80-100	2.7	12.3	9.5
2 C 2	100-150+	2.9	4.0	11.9
Sand-Dune Regosols				
Ap	0-28	5.6	22.8	10.6
2 A	28-43	3.1	14.7	11.5
C	43-140+	6.2	21.1	9.0

粘質な2A層（氾濫原堆積物のはさみ）があり、C層は粗い砂丘砂からなる単粒状構造の土層であった。pF-孔隙分布をみると、pF 1.5~2.5の有効水分容量は疑似グライ土で1~3%であるのに比べ、厚層黒色火山性土では、Ap 2層と2C層下部を除き約10%あり、さらに砂丘未熟土では全層を通じて約15~23%と非常に多かった。

## 2) 観測期間と測定方法

観測は5月下旬ないし6月上旬から収穫時まで行った。観測・測定項目と方法をFig. 1に示した。

土壌水分吸引圧は深さ5 cm~150 cmの間で11ないし12の深度においてテンシオメーター法により測定し、pF 0となる深さを停滞水位とした。厚層黒色火山性土ではヒートプローブ法<sup>2)</sup>を併用して、別に作成したpF-水分曲線とあわせて、pF 2.8を越える高吸引圧値を推定した。

大気的水分ポテンシャルは、地上170~225 cmの高さで大気の温湿度を測定した結果から算出した。<sup>3)</sup>

蒸発散量は圃場のはぼ中央で純放射量、地中熱流量、温湿度、風速の測定を行い、熱収支法<sup>4)</sup>により以下の式を用いて算出した。

$$R_n - 1 \cdot E - H - G = 0 \quad (1)$$

R<sub>n</sub>: 純放射量 (高さ180~225 cm)

1·E: 潜熱伝達量

l: 蒸発の潜熱

H: 顕熱伝達量

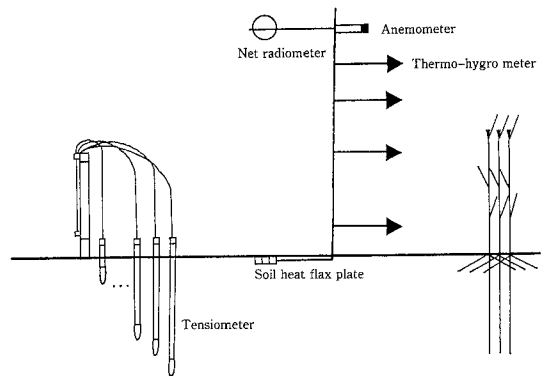


Fig. 1. Diagram of observation system for measurements of dynamics of water and heat in soil-plant-atmosphere continuum.

G; 地中熱流量 (深さ1 cm)

また  $1 \cdot E$ ,  $H$  はボーエン比 (顕熱/潜熱) を用いて次のように導かれる。

$$\beta = H / 1 \cdot E \doteq 0.5 (T_1 - T_2) / (e_1 - e_2) \quad (2)$$

$\beta$ ; ボーエン比

$T_1, T_2$ ; 高さ1, 2での気温

$e_1, e_2$ ; 高さ1, 2での比湿

ここで高さ1は170~225 cm, 2は115~130 cmである。

ゆえに, 蒸発散量 (ET) は,

$$ET = \{(R_n - G) / (1 + \beta)\} / 1 \quad (3)$$

熱収支項の記録は疑似グライ土, 厚層黒色火山性土は1時間毎に, 砂丘未熟土は30分毎に行った。

### 3) コムギの水分ポテンシャル測定及び生育調査

コムギの水分ポテンシャルは, プレッシャーチャンバ法<sup>5)</sup>によって現地にて測定した。すなわち, 10~15時の時間帯に2~4反復で茎を根冠部で切断・採取し, 直ちに測定した。

コムギは生育に応じて地上部を刈り取り (50 cm × 50 cm) 乾物重を求めた。同時に土壌試料を採土器 (直径4 cm, 採土部の長さ15 cm) を用いて採取し, 水中で根を洗い出してNEWMANの改良法<sup>6)</sup>により根長を測定した。

## 3. 結果

### 1) コムギの地上部生育状況

コムギはいずれの年においても6月16日頃に穂が出そろう, 18日から20日頃に開花し, 7月上旬に登熟期に入った。同時期の地上部乾物重は常に砂丘未熟土 > 疑似グライ土 > 厚層黒色火山性土の順であり, その差は生育と共に大きくなる傾向にあった (Fig. 2)。また, 8月前半における収量は疑似グライ土で約400 kg/10 a, 厚層黒色火山性土で約360 kg/10 a, 砂丘未熟土で約450 kg/10 aであった。

### 2) 降雨量・土壌水分吸引圧

3年間の降水量と土壌水分吸引圧の経日変化を Fig. 3に示した。降雨は1986, 87年には6月に少なく, 7月に多くなり, 1988年は6月前半に多い傾向にあった。また, いずれの年も6月後半に10日間以上の無降雨期間があった。

疑似グライ土 (1986年) では, 6月前半の降雨量が16

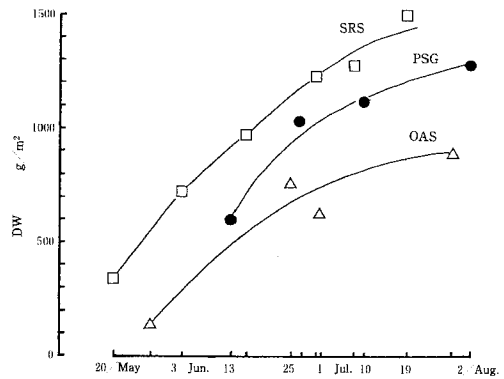


Fig. 2. The changes of dry weight (DW) of above-ground biomass.

PSG: Pseudogleys, OAS: Ordinary Andosols, SRS: Sand-Dune Regosols.

mmと少なかったため表層の乾燥化が進んだ。すなわち, pF 2.5の等値線は6月初旬の深さ20 cm付近から徐々に低下して, 6月末には深さ70 cmに達し, pF 1.5~2.5の低吸引圧有効水分域も同様に低下していった。7月に入ると雨水の浸潤による表層部の吸引圧低下がみられたが, 深さ10~30 cm, 50~70 cm層にpF 2.5以上の高吸引圧域を残したまま, 30~50 cmの吸引圧が若干低下し, 不均一な浸潤がおこなっていることをうかがわせた。6月上旬における停滞水位 (pF 0等値線) は約70 cmであったが, 以後次第に低下し, 7月の終わりには約140 cmになった。

厚層黒色火山性土 (1987年) では, 6月2日の降雨後, 30~40 cmの深さで停滞していたpF 2.5の等値線が, 6月18日以降の無降雨期間中に急速に下降していった。ヒートプローブ法によれば, 6月7日過ぎからpF 4.2以上の乾燥した土層が出現し, 7月初めには深さ15 cmに達した。しかし, 下層には, 深さ65~120 cmの広い範囲にpF 1.5~2.5の低吸引圧有効水分域が存在していた。7月1日および3~4日の合計42 mmの降雨によって, 表層から50~60 cmの土層が湿潤化し, その後はpF 2.5以下の低吸引圧域が降雨毎に下層へ拡大していった。停滞水位は観測開始時より常に深さ130 cm以下にあった。

砂丘未熟土 (1988年) では, 6月前半の合計84 mmの降雨の後, 表層部が次第にpF 2.5以上に乾燥していった。一方, 6月下旬から7月上旬にかけて, 15日間の

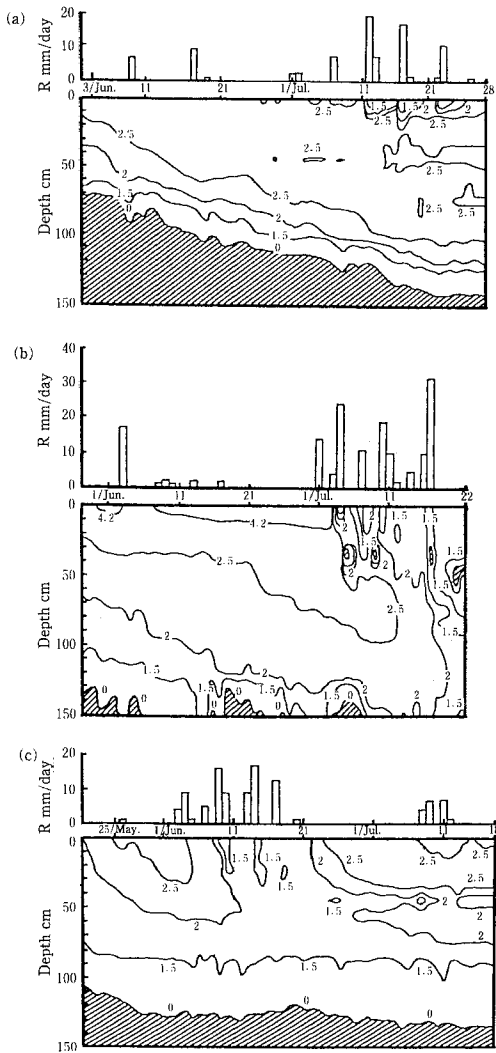


Fig. 3. Daily changes of rainfall (R) and soil water suction.

(a) Pseudogleys in 1986, (b) Ordinary Andosols in 1987, (c) Sand-Dune Regosols in 1988.

無降雨期間があったにもかかわらず、pF 2.5の等値線は粘質な2A層の上で停滞していた。pF 1.5の等値線は深さ約90 cmで生育初期から収穫期までほぼ一定であったが、停滞水位はゆるやかに低下していった。

観測期間を、コムギの生育段階によってⅠ：栄養成長期（観測開始から6月17日の開花前まで）とⅡ：開花期（6月18日から6月30日まで）とⅢ：登熟期（7月1日から観測終了まで）に分けると、降雨量、pF 2.5以上となる土層深はTable 3のようになる。疑似グライ土と厚層黒色火山性土では、Ⅰ・Ⅱ期には寡雨・無降雨、Ⅲ期に多雨であり、一方砂丘未熟土はⅠ期が多雨、Ⅱ・Ⅲ期は、無降雨・寡雨となる。土壌水分状況は、厚層黒色火山性土、砂丘未熟土では降雨条件によく対応していたが、疑似グライ土では降雨の多かったⅢ期でも深層の乾燥が進行していた。

### 3) 根長密度

6月後半の根長密度の土層別分布 (Fig. 4) は、いずれの土壌とも深さとともに根量が減少していく傾向にあった。疑似グライ土では表層10 cmで $12 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ であり、C1g-C2g層の境界である40~50 cm層にやや根量の増加が認められるが以下急激に根量は低下していき、この時期の停滞水位付近である100~110 cm層で $0.6 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ を示した。厚層黒色火山性土では、表層10 cmで $37 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ と著しく高く、深さ30~40 cmまでに急激に減少し $6 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ となった後、以下漸減し、深さ150 cm以下にも伸長している可能性がうかがえる。砂丘未熟土は疑似グライ土と厚層黒色火山性土の中間の根分布を持ち、深さ140~150 cmでも $0.36 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ の根長密度が認められた。

### 4) 純放射量 (Rn)・潜熱伝達量 (IE) および蒸発散量

いずれの年も観測期間中 Rn は晴天日に最高 $400 \text{ ly}/\text{day}$ を示し、降雨時には著しく低い (Fig. 5)。

IE/Rn比でみると、疑似グライ土では、6月中旬の晴天で $Rn \geq 300 \text{ ly}/\text{day}$ が連続したⅠ期に0.5~0.6のやや低い値を示したが、全期間の変動は比較的小さく、無降雨、晴天の続いたⅡ期においても0.6~0.8の値であった (Fig. 5-a)。厚層黒色火山性土では、経日変動が大きく、Ⅰ期では降雨後に高くなる傾向が認められ、また無降雨期のⅡ期、さらにⅢ期の晴天日には0.4~0.6の低い値になった (Fig. 5-b)。砂丘未熟土ではⅠ・Ⅱ期ではほぼ同じであったが、さらに無降雨の続いたⅢ期の前半 (7月1日~7日)の晴天日には0.5~0.6低下し、その後半の晴天日には、0.3付近まで低下していった (Fig.

Table 3. Amount of rainfall (R) and Depth with the soil water potential greater than pF2.5 ( $D_{2.5}$ ) in the vegetative growth (I), flowering (II) and ripening stages (III) of wheat.

		I	II	III
Pseudogleys	R(mm)	16	0	67
	$D_{2.5}$ (cm)	50	80	100
Ordinary Andosols	R(mm)	23	0	131
	$D_{2.5}$ (cm)	35	75	0
Sand-Dune Regosols	R(mm)	84	1	19
	$D_{2.5}$ (cm)	0	30	40

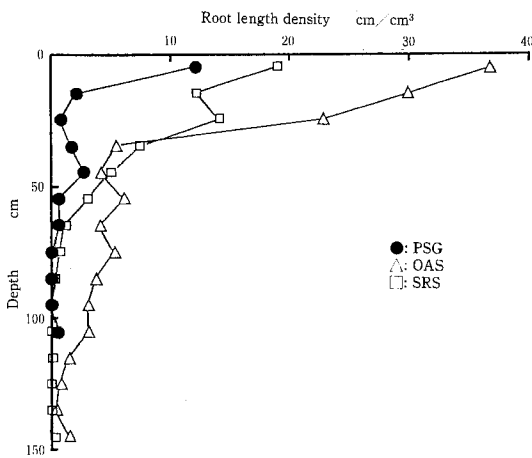


Fig. 4. The distribution of root length density in soil profiles.

PSG: Pseudogleys, June 27 in 1986, OAS: Ordinary Andosols, June 25 in 1987, SRS: Sand-Dune Regosols, June 24 in 1988.

In PSG, not measured from a depth of 110 to 150cm.

5-c).

IEから求めたI・II・III期の平均日蒸発散量(mm/day)は、疑似グライ土ではそれぞれ3.30, 3.34, 3.59, と比較的高く、厚層黒色火山性土では2.60, 2.70, 2.43と低く、砂丘未熟土では2.72, 3.65, 2.51とII期に高かった。

### 5) 大気的水分ポテンシャル (PA) と潜熱伝達量 (IE) の関係

疑似グライ土では、PAは $-500 \sim -3000$  barと広い範囲で変動しており、全期間を通して蒸発散要求がきわめて高い日が認められた (Fig. 6-a)。またIEはこのPAの低下にはほぼ比例して増加しており、無降雨期のII期の純放射が $250 \text{ ly/day}$ 以下の日 (Fig. 6-a, 点線内)、あるいは小雨であったI期ではPAの低下に対してIEの増加が抑えられる傾向があった。

厚層黒色火山性土では、PAは $-200 \sim -2000$  barの範囲で変動していた (Fig. 6-b)。IEはPAの低下に伴い増加していたが、II期の無降雨日ではI期の無降雨日に比べてIEが低かった。また、降雨日が多く、純放射量の低かったIII期にはIEの低い日が多くなった。

低地帯に位置した砂丘未熟土では、PAはほぼ $-100 \sim -1500$  barの範囲で変動しており、大気蒸発散要求は比較的低い (Fig. 6-c)。IEは、I, II期ではPAの低下とともに増加していたが、寡雨となったIII期では、PAに関係なく低かった。

### 6) 植物水分ポテンシャル (PP) と大気的水分ポテンシャル (PA) の関係

疑似グライ土では、PAの幅広い変動にもかかわらず、PPは $-6 \sim -1.2$  barの比較的高い値を示し、とくに無降雨のII期でPAに関係なく一定の傾向が強かった (Fig. 7-a)。厚層黒色火山性土では、PAの低下に対してPPが著しく低下しており、とくにII期では、PPは $-11 \sim -7$  barの低い値に集中していた (Fig. 7-b)。砂丘未熟土では、PAの低下に伴うPPの低下が認められたが、PPは $-8$  bar以下にはならなかった (Fig. 7-c)。また、寡雨であったIII期ではPAに対するPPのばらつきが大きくなった。

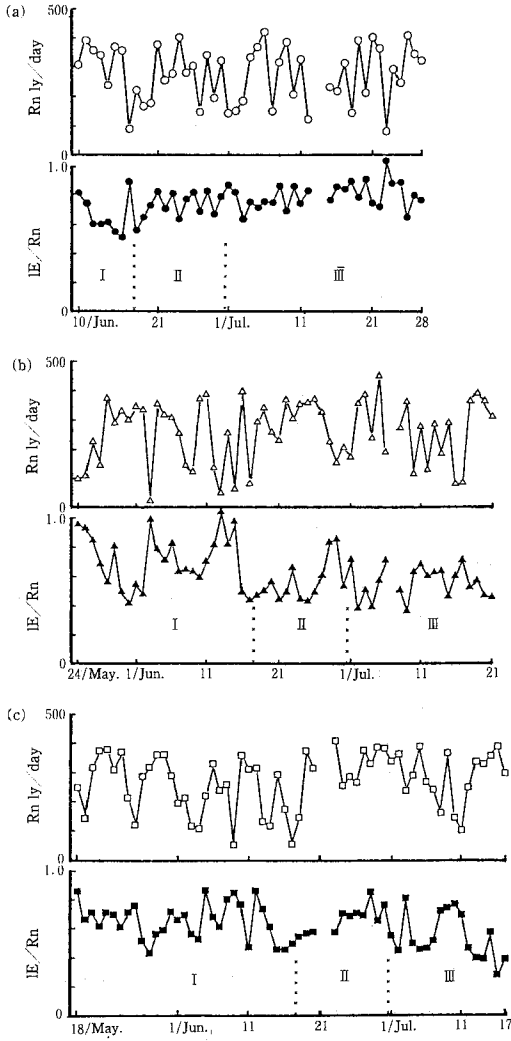


Fig. 5. The Daily ratio of latent heat flux to net radiation ( $IE/R_n$ ) and net radiation. (a) Pseudogleys, (b) Ordinary Andosols, (c) Sand-Dune regosols. I: Vegetative growth stage, II: Flowering stage, III: Ripening stage.

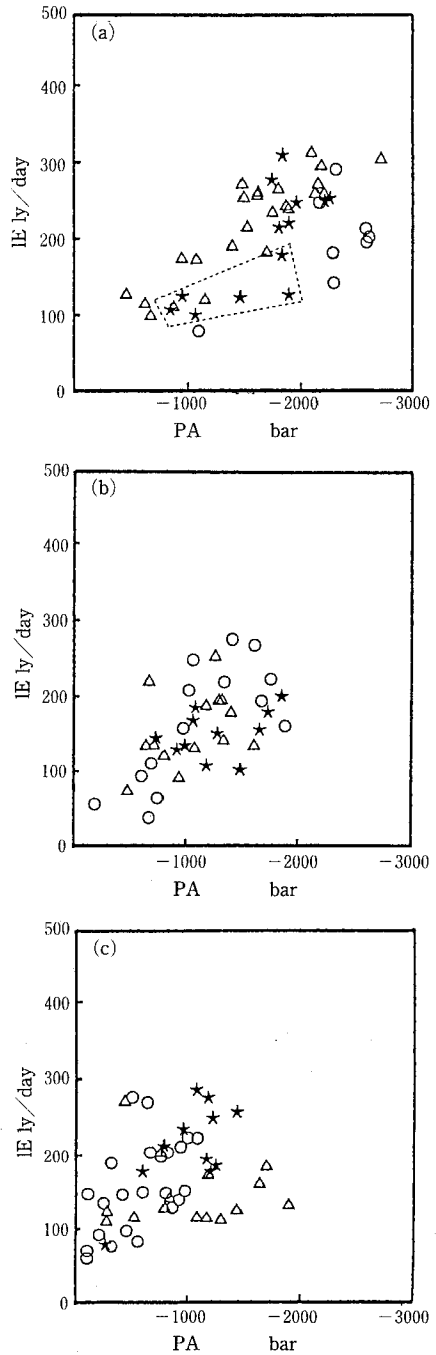


Fig. 6. The relationship between the water potential of atmosphere (PA) and latent heat flux (IE). (a) Pseudogleys, (b) Ordinary Andosols, (c) Sand-Dune Regosols.  $\circ$ : I,  $\star$ : II  $\triangle$ : III (See Fig. 5).

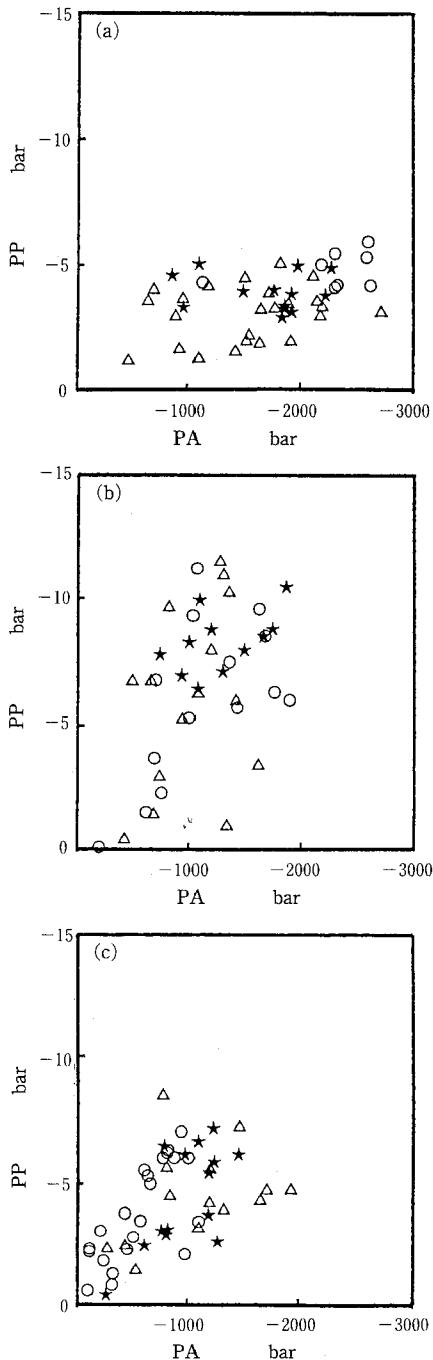


Fig. 7. The relationship between the water potential of atmosphere (PA) and plant water potential (PP).  
 (a) Pseudogleys, (b) Ordinary Andosols,  
 (c) Sand-Dune Regosols.  
 ○: I, ★: II △: III (See Fig. 5).

#### 4. 考 察

潜熱伝達量と純放射量の比 ( $IE/R_n$ ) は、乾燥期に低い値をとることが報告されている。例えば草地では湿潤期には0.7~0.8の値をとっていたものが、乾燥期に0.4~0.5と低下した<sup>7)</sup>。本調査においても、栄養生長期(I)、開花期(II)に寡雨・無降雨であった厚層黒色火山性土では晴天日に  $IE/R_n$  比が約0.4と著しく低下し、砂丘未熟土でもI期に降雨が十分あったものの以後寡雨となり、それに伴い  $IE/R_n$  はIII期の晴天日には0.6から0.3に低下していった (Fig. 5-b,c)。ところが、疑似グライ土では厚層黒色火山性土の調査年とほぼ同じ降雨パターンをもっていたにもかかわらず、 $IE/R_n$  比はほぼ0.7以上の高い値に保たれていた。疑似グライ土では他に比べ、大気的水分ポテンシャルが著しく低い日があり、蒸発散要求は大きい、植物水分ポテンシャルの低下の程度は他に比べ著しく小さかった (Fig. 7)。これらの結果は、疑似グライ土で水吸収が容易であったことを示している。一方、疑似グライ土では根群域土層の乾燥傾向は他より強く (Fig. 3)、根量も少なく (Fig. 4)、有効水分容量 (Table 2) も少なかった。これらのことから、この圃場におけるコムギのスムーズな水吸収には、下層の停滞水へ伸長した一部の根の寄与がきわめて大きかったと考えざるえない。疑似グライ土は堅密な土壌であり、ほとんどの根は垂直方向に連続した割れ目状孔隙を通して伸長しており、その根はりの深さと停滞水層の深さは密接な関係があり、根はりの深さの浅い地点ではコムギの生育が抑制されていたという報告もある<sup>8)</sup>。

コムギの生育は初期から砂丘未熟土>疑似グライ土>厚層黒色火山性土であり、生育に伴いその差は大きくなる傾向にあった。栄養生長期から開花期における要水量 (g/g 乾物) を蒸発散量と乾物増加量から見積ったところ、疑似グライ土で169、厚層黒色火山性土で188、砂丘未熟土では184とほぼ同じ値であった。これらのコムギは農家の慣行肥培管理法により栽培されており、この期間中のコムギ生育の土壌間差は品種の違いを除けば、期間中の蒸発散量に因るところが大きかったと考えられる。

先に述べたように生育が良好であった砂丘未熟土では、栄養生長期に開花期までの蒸発散を補償するままとった降雨があった。砂丘未熟土では有効水分容量が疑似グライ土の12倍、厚層黒色火山性土の2.4倍も大きいことが、初期のこの降雨を十分保持し、以後の無降雨期において高い蒸発散量を維持しえたものと理解できる。この砂丘未熟土の例とともに、初期に降雨は少なかったが下層停滞水を利用していた可能性のある疑似グライ土

で、良好な生育が得られたことは、栄養生長期、開花期における水供給が重要であることを示すのかもしれない。さらに砂丘未熟土では、開花期に平均320 ly/dayと他より10~20%増しの純放射があったこともあげられよう。また栄養生長期から開花期にかけて、他地点に比べて、上層が潤沢であったため、養水分環境が良好であった可能性も考えられよう。上層が乾燥し、下層停滞水の水吸収に依存した可能性の高い疑似グライ土より初期から良好な生育を得られた理由かもしれない。今後、検討に値する点である。

厚層黒色火山性土では、比較的大きな有効水分容量をもち、また深い層まで大きな根長密度を示していたにもかかわらず、最も生育が劣っていたことは、栄養生長期における純放射量が5~30%少なかったことも要因として考えられる。その上に土層が乾燥し、開花期には他地点より圧倒的に低い植物水分ポテンシャルを示し、(Fig. 7), ホストレス状態をうかがわせた。このことがこの地点の生育抑制につながったのであろう<sup>9,10</sup>。表層15 cmでは開花期全期にわたって、pF 4.2以上の乾燥が見られ、その層の水吸収が困難になったとともに施肥養分の吸収にも困難をきたした可能性も考えられ、結果的にコムギの生育に対して3土壤を比較すると不利な条件があったものと思われる。

#### 4. 要 約

水分特性の異なる疑似グライ土、厚層黒色火山性土、砂丘未熟土の秋播きコムギ畑において3年間、土壤-植物-大気系 (SPAC) の水分ポテンシャル分布、蒸発散量、放射状態、根分布の観測を行い、放射・水分レジムから蒸発散量の関係を解析し、その変動に対して植物-土壤因子の検討を行った。

1) 3土壤のコムギの生育は砂丘未熟土>疑似グライ土>厚層黒色火山性土であった。  
2) 最も有効水分容量の少なかった疑似グライ土では、降雨が少なかった栄養生長・開花期においても、日蒸発散量 (ET) は3.3 mm/dayと高く、潜熱伝達量 (IE) と純放射量 (Rn) の比 (IE/Rn) はほぼ0.7以上を維持した。さらに大気的水分ポテンシャル (PA) の著しい低下にもかかわらず、植物水分ポテンシャル (PP) は-6~-1.2 barと比較的高い値を示した。土層の乾燥にもかかわらず、土壤から植物への水分供給は安定していたと

考えられ、その理由として停滞水からの直接の供給の可能性が示唆された。

3) 有効水分容量が中程度であった厚層黒色火山性土では、疑似グライ土と同様の降雨パターンがみられたが、開花期のETは2.7 mm/dayと低く、IE/Rn比の経日変動が大きく、開花期の無降雨期間の晴天日には0.4~0.6と低い値を示した。上層は乾燥傾向にあり、さらにPAの低下に対してPPは他に比べて著しく低下しており、このことが、生育抑制につながったものと思われた。

4) 有効水分容量の最も多かった砂丘未熟土では、他と異なり栄養生長期にまとまった降雨があり、土壤水分状態は他に比べ最も潤沢であった。晴天の続いた開花期のETも3.65 mm/dayと高く、IE/Rn比は0.6~0.8を示し、PPも-8 bar以上を示した。開花期までの潤沢な土壤水分状態が、コムギの生育をとくに良好にしたと言える。

#### 謝 辞

なお、本研究の一部は農林水産省の「転換畑を主体とする高度畑作技術の確立に関する総合的開発研究」委託事業費によった。記して感謝の意を表します。

#### 引 用 文 献

- 1) Blizzard, W. E. *Plant physiol.*, 66, 809-814, (1980)
- 2) Kasubuchi, T. *Soil Sci.* 124, 255-258 (1977)
- 3) 長野俊秀ら, 農業気象・環境学, 朝倉書店
- 4) Hatano, R., Nakamoto, H., Sakuma, T. and Okajima, H., *Soil, Sci. Plant Nutr.*, 34, 547-555 (1988)
- 5) Turner, N. C., *Plant and Soil*, 58, 339-366 (1981)
- 6) Rowse, H. R. and Phillips, D. A., *J. Appl. Ecol.*, 11, 309-314 (1974)
- 7) 佐久間敏雄・小林信也・吉田亨, *土肥誌*, 46, 507-513 (1975)
- 8) 波多野隆介・佐久間敏雄・岡島秀夫, *土肥誌*, 58, 209-216 (1987)
- 9) 徐会連・山岸徹・玖村敦彦, *日作紀*, 56, 461-466 (1987)
- 10) 平沢正・飯田幸彦・石原邦, *日作紀*, 57, 112-118 (1988)



## Summary

To discuss the interrelation among the water potentials of soil, plant and atmosphere and their relation to evapotranspiration, the water potential of atmosphere, plant and soil were measured and the evapotranspiration rate was estimated using a heat balance method. The observations were conducted in wheat fields of a Pseudogley (PSG), an Ordinary Andosol (OAS), and a Sand-Dune Regosol (SRS) in the neighborhood of Sapporo for the period from early June to harvest in 1986, 1987 and 1988, respectively. The distribution of roots and the dry weight of the above-ground biomass were also determined.

(1) The dry weight of above-ground biomass of wheat was in the order of  $SRS > PSG > OAS$ .

(2) In PSG, with the least available water capacity of the three fields, the amount of rainfall was low during the vegetative growth and flowering stages. However, the average daily evapotranspiration (ET) had a high value of about 3.3 mm/day, and the daily ratio of latent heat flux to net radiation ( $IE/R_n$ ) was found to be higher than 0.7. In spite of a remarkable decrease in the water potential of atmosphere (PA), plant water potential (PP) was maintained to be high, ranging within -6 to -1.2 bar. This suggests that water supply from soil to plant roots was satisfied. We ascribed this to the fact that the roots took up the stagnant water directly. This was supported by the following facts 1) lowering of stagnant water level with wheat growth, and 2) some wheat roots having touched at the stagnant water pool.

(3) The available water capacity of OAS is 5 times greater than that of PSG. The pattern of rainfall was similar as in PSG. However, the average daily ET was a low value of about 2.7 mm/day, and the  $IE/R_n$  ratio varied with growth stage and rainfall event, and has low values, ranging from 0.4 to 0.6 during a dry spell in the flowering stage. PP decreased remarkably with decreasing PA in this stage, and the value converged into a narrow range of -11 to -7 bar. These facts suggest that plant might have suffered from water stress, and explain why the dry weight was the least among three fields.

(4) In SRS, the available water capacity is 12 times greater than that of PSG. Total amounts of ET during vegetative growth and flowering stages corresponded to total amounts of rainfall in the vegetative stage. Therefore a higher ET of about 3.65 mm/day was found during the dry spell in the flowering stages. The  $IE/R_n$  ratios in the growth stages were maintained within a range of 0.6 to 0.8, and also PP values less than -8 bar were not found. These facts explain why the good wheat growth resulted.

(Soil Phys. Cond. Plant Growth, Jpn., 62, 33-41, 1991)