

# 降水が地温に及ぼす影響について (2)

— 地温プロファイルの観点から —

山 村 善 洋

(農学部土地保全学研究室)

## On the Effects of Rainfall on the Earth Temperature (2)

— From a viewpoint of Earth Temperature Profile —

Yoshihiro YAMAMURA

*Laboratory of Land Conservation, Faculty of Agriculture*

**Abstract:** Earth temperature is influenced by many meteorological factors in nature. The writer studies the effects of rainfall on earth temperature in relation to soil moisture, which have a great influence on soil physics. In a previous paper, the writer reported the effects of rainfall on earth temperature, especially earth surface temperature on the basis of the meteorological monthly reports of Faculty of Agriculture from the year 1960 to 1979.

The purpose of this present report, which takes into account the previous one, is to make clear the effects of rainfall on earth temperature profile in relation to daily and annual variations of earth temperature. Based on this results, it is proposed that this theme requires consideration from several angles.

### 結 言

前報<sup>1)</sup>に引き続いて、降水が地温に及ぼす影響について報告する。この報告では、気象観測データを地温プロファイルの観点から整理し考察を加えている。使用したデータは、1960年から1979年までの20ケ年のデータである。

### 結果および考察

#### 旬平均地温プロファイルの経年変化

前報 Table—1 に示される各旬、各深さにおける20ケ年の旬平均地温データに基づいて、各旬における地温プロファイルの経年変化を Fig—1 に示す。

Fig—1 に示される地温プロファイルの経年変化を数値化するために、各旬における地温プロファイルを直線近似し、最小2乗法によって一次回帰式を決定し、温度勾配および相関係数を求めた。温度勾配 ( $^{\circ}\text{C}/\text{m depth}$ ) は深さと共に地温が低下する場合を正(+), その逆の場合、つまり、地表面の温度の方が低い場合を負(-)にとっている。その結果を Fig—2 に示す。これによると、地表面から深さ2.0mまでの温度勾配は、約  $\pm 4.0^{\circ}\text{C}/\text{m}$  の範囲で経年的に周期変動をしていることが分る。温度勾配が殆んど0で、かつ、地温プロファイル (Fig—1参照) に変曲点が見られる4月上旬、10月上旬前後は相関係数が著しく小さくなっている。しかし、その他の旬では相関係数も高く、地温プロファイルを直線近似しても差し支えないと言える。但し地表面から 30 cm 位までの浅い土層について論じる場合は別である。

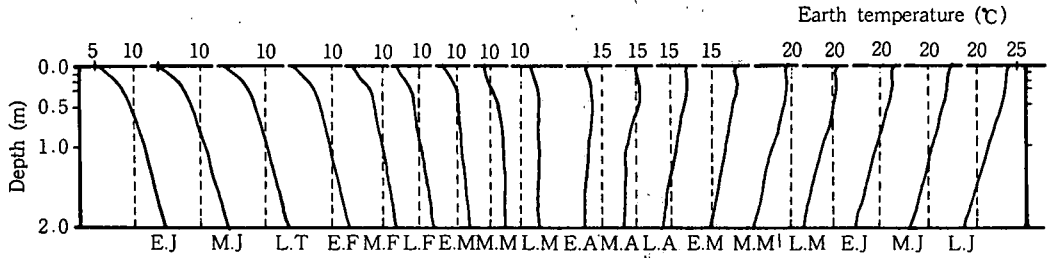


Fig. 1 Annual variations of earth temperature profile

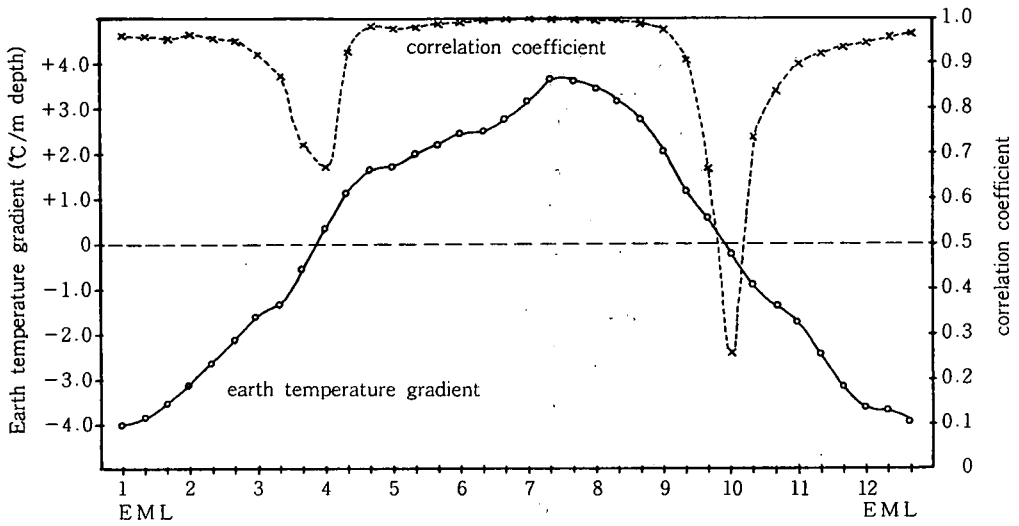


Fig. 2 Annual variations of earth temperature gradient (from earth surface to 2.0 m depth)

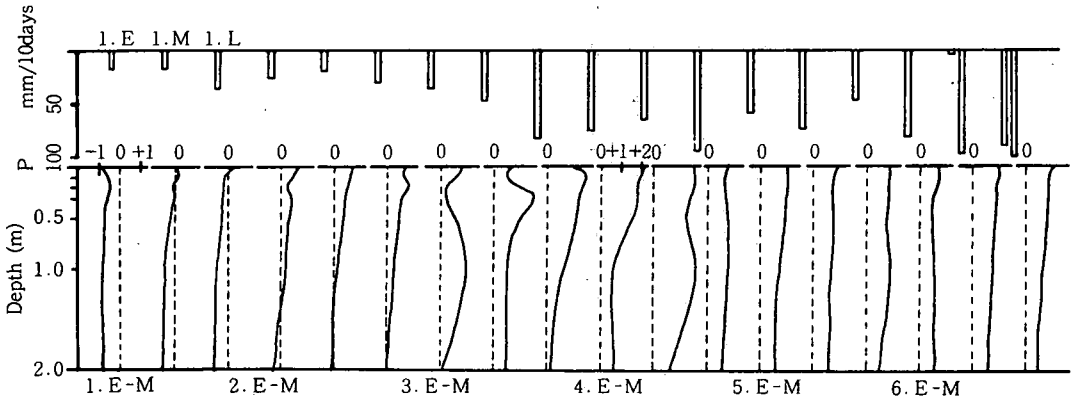
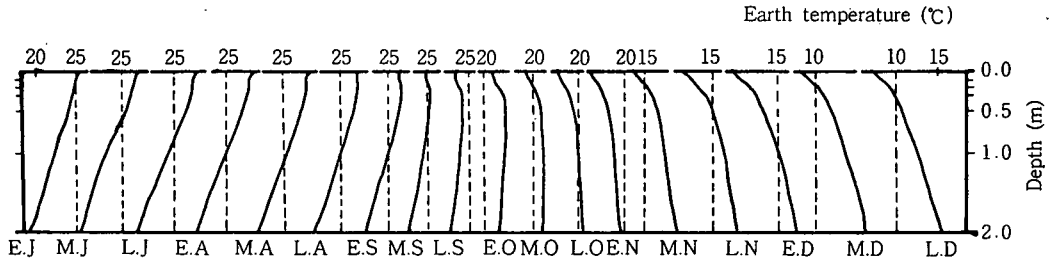


Fig. 3 Annual variations of earth temperature difference through 2.0 m soil layer during each decade and of 10 days precipitation



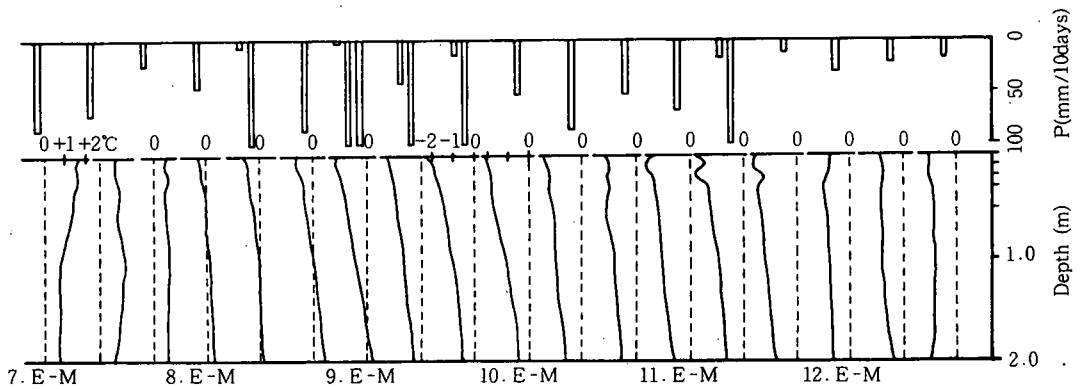
各深さにおける地温の旬間変動

Fig-3 は、1旬間（例えば、1月上旬から中旬にかけて）における各深さでの地温上昇あるいは降下高をプロフィールとして、36旬間を経年的に図示したものである。なお、20ヶ年平均旬降水量を参照のために図示している。

この一連のプロフィール変動を見ると、地温の上昇あるいは降下が、深さとの関連において一年のどの時期にどの様に進行しているかが一目瞭然である。

ここで、各深さにおける水分量が既知であると、すなわち、水分プロフィールが得られていると、各深さにおける土壌のみかけの比熱が推定できるから、Fig-3 の値に基づいて地中における蓄熱、あるいは放熱を定量的に推測することができる。

今、水分量に関するデータが得られていないので、水分量を一定、すなわち、みかけの比熱を一定（ここでは簡便のため1.0）と仮定し、Fig-3 のデータを使って経年的に、土層（単位断面積1 cm<sup>2</sup> 当り2.0m深さ）での蓄熱量、土層からの放熱量を推算した。その結果を、Fig-4 に示す。熱量の数値はこれらよりずっと小さいはずであるが、蓄熱あるいは放熱の時期はこの図に従うと考えられる。水分量がほぼ等しい時期では、蓄熱量、放熱量の相対的比較もできる。この図の場合、年間蓄熱量は、約 3100 cal、放熱量は約 3150 cal となりほぼ熱収支が0となり成立っている。



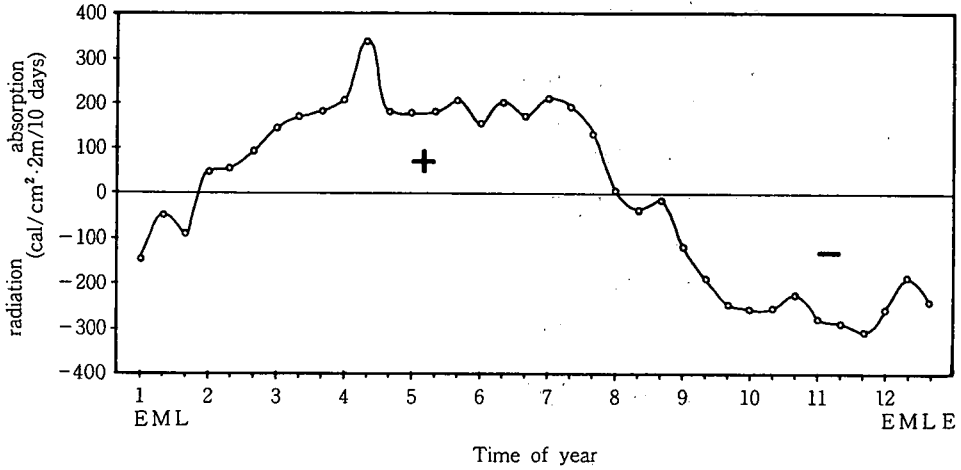


Fig. 4 Annual variations of the amount of heat which is stored by or released from the 2.0 m soil layer (on an impossible assumption)

地温プロフィールの日日変動

20ヶ年の平均地温に基づく各旬の地温プロフィールの経年変動は、Fig-1 に示される。これら20ヶ年平均の36旬のデータのうち、地表面温度のバラツキが大きい1月下旬、および9月中旬を選び、それら各旬における20ヶ年の旬平均地温の最高および最低発生年の地温プロフィールの日日変化について示したのが Fig-5 (1月下旬) および Fig-6 (9月中旬) である\*。

1月下旬の最低は1963年、最高は1969年、および9月中旬の最高は1964年、最低は1965年のデー

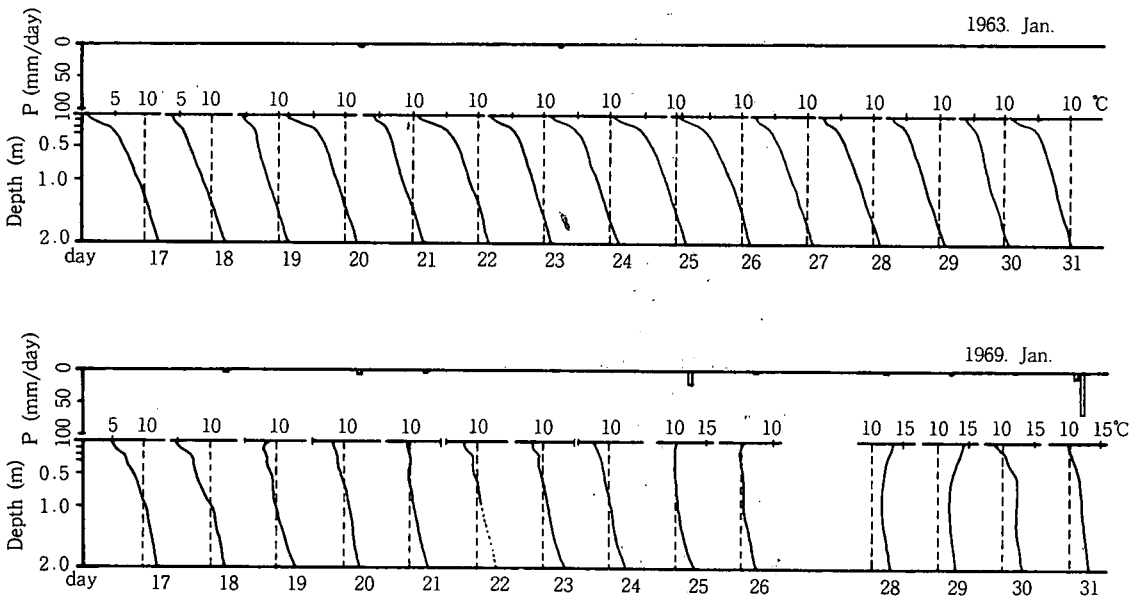


Fig. 5 Daily variations of earth temperature profile and day precipitation in late January of 1963 and 1969

\* 前報, 旬平均地温の20ヶ年のバラツキ (p. 120) 参照。

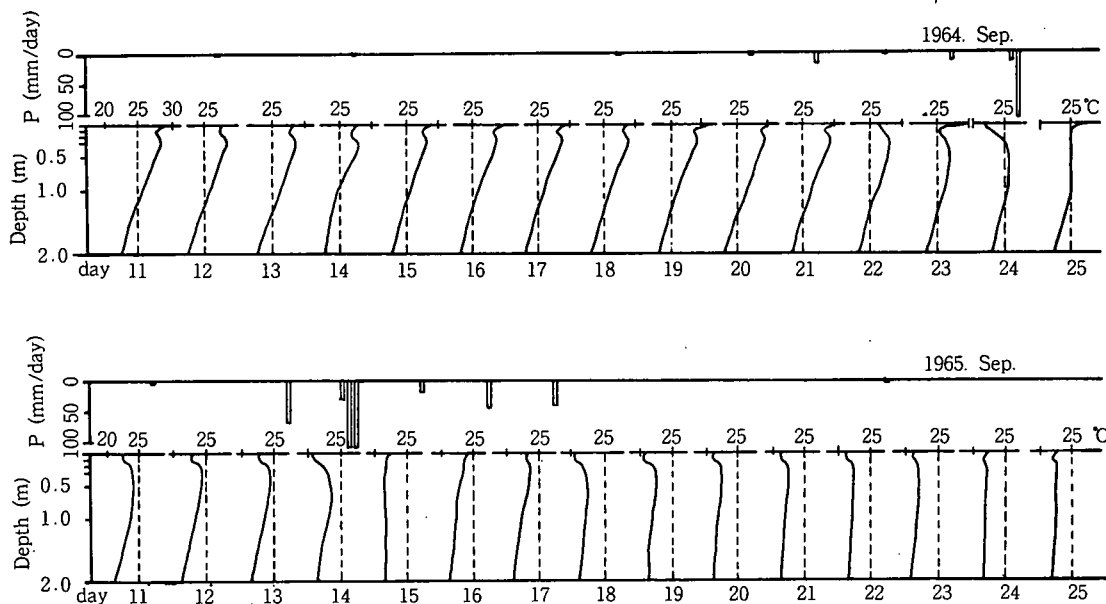


Fig. 6 Daily variations of earth temperature profile and one day precipitation in middle September of 1964 and 1965

タである。横軸に温度，縦軸に深さをとり，それらのスケールは図に示す。なお，それらの期間の日降水量を併せ示している。

地温が年間を通して最も低下する1月下旬の場合には，1969年の場合の様に降水がその期間中多かれ少なかれ降り続けると，温度勾配が無くなり，地温プロフィールが立って地温が2.0 m深さの地温付近まで上昇する。なお，2.0 m深さの地温は1963年と1969年の比較でも分る様にほぼ等しく，この深さでは地温は年によって殆んど変動がない。

一方，地温が8月中旬以降下がりが始めている9月中旬の場合には，降雨が無いか，あっても少雨の1964年の場合の様に地温の降下が小さく地表面温度は30°C前後の高温を示し，温度勾配は3°C/mと平均よりかなり大きい (Fig-2 参照)。なお，この年は8月末から9月上旬に僅か6.5 mmの降水しかない異常年である\*。逆に，この旬に降水量が1965年の様に394.9 mmと異常に多いと，地温が降下し温度勾配は小さくなり地温プロフィールは立ってくる。両年の場合とも2.0 mの地温はほぼ同じであるがプロフィールが異なることが示されている。

#### 各深さにおける地温の日日変動

Fig-7, Fig-8 には，Fig-5, Fig-6 にそれぞれ対応する各深さにおける地温の日日間の上昇あるいは降下高を経日的に示している。日日変動の場合，地温は0.3 m以深では非常に小さいのは当然であるが，それより浅い土層では，条件によって±5.0°Cを越えることもある。ただし，日日変動を論じる場合，降水量との関連で一義的に結びつけるのは危険である。その理由の1つは，地温データは9時の定時の値であり，降水量データは9時から9時までのデータであって，降水の時間帯，強度を示すものでなく，同じ降水量であっても地温に及ぼす影響が異なることが起こりうるからである。

\* 前報 Fig-1 参照。

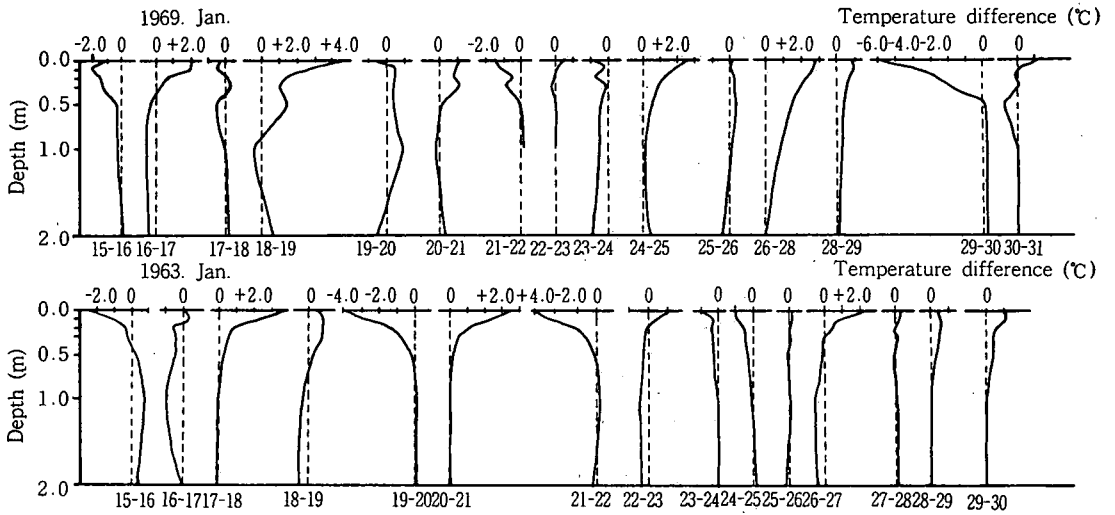


Fig. 7 Daily variations of earth temperature difference through 2.0 m soil layer during a day (from 15th to 30th day of January of 1963 and 1969)

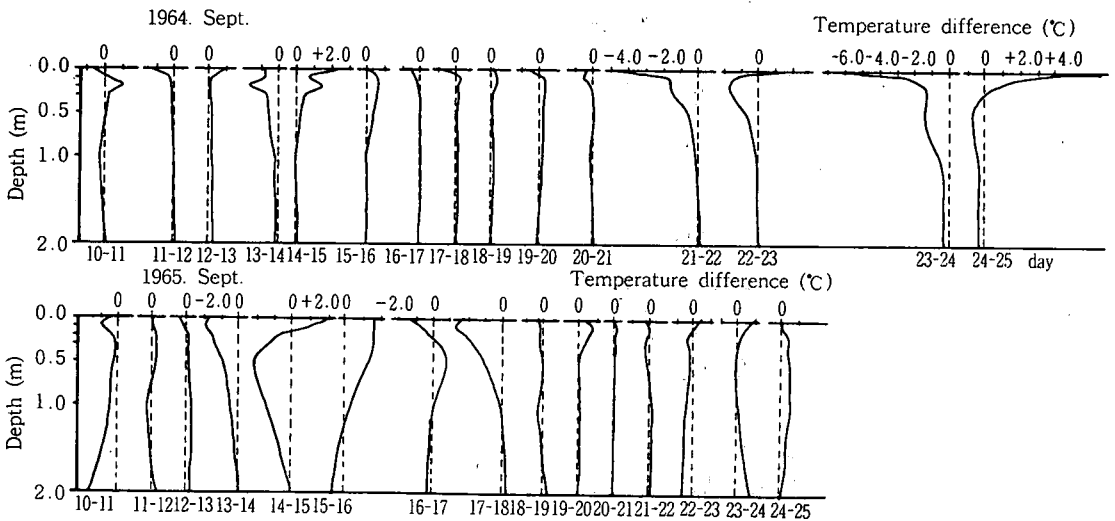


Fig. 8 Daily variations of earth temperature difference through 2.0 m soil layer during a day (from 10th to 25th day of september of 1964 and 1965)

地温の経時変化および降水量\*

地温は深さの如何を問わず周囲の条件に影響を受け連続的に変動している連続量である。一方、降水は不連続量である。従って、例えば、ある日の地温および降水量のデータが得られても、それだけで地温と降水量との関係を論じることは難しい。降水が経時間にどの様な降り方であるかを知る必要がある。

\* この項のデータは昭和54年度科学研究費奨励研究(A)の補助によって得られたものである。記して謝意を表す。

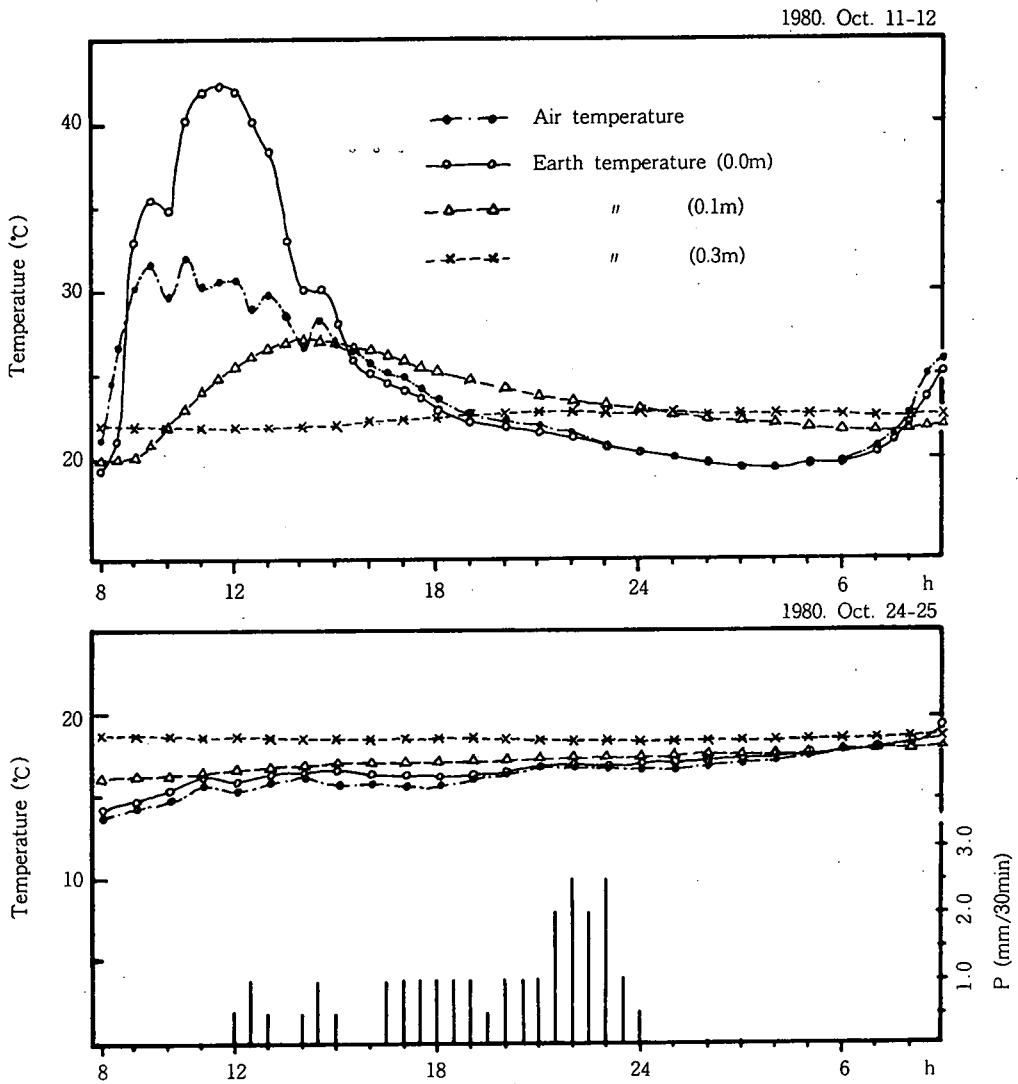


Fig. 9 Variations of air, earth temperature and 30 minutes precipitation during a fine day and a rainy day

Fig-9 は、1980年10月11日から12日、および10月24日から25日の気温（地上 30 cm）、地温（深さ 30 cm まで）と30分降水量の経時変化を示したものである。前者は晴天日、後者は雨天日のデータである。両者では約2週間の差があるが、後者のデータから降水の降っている期間は、この浅い層では日中でも殆んど温度勾配がなく、かつ、気温、地温ともに殆んど変動していないことが示されている。

これは、ほんの1例にしか過ぎないが降水が地温に及ぼす影響について論じる際のポイントを示唆していると考えられる。

### 結 言

晴天の場合には、太陽からのエネルギーの供給は日の出と共に始まり、日没と共に停止すると考

えられ、地温は規則的な周日変動、周年変動をくり返すものと考えられる。

しかし、実際には、気象条件は時々刻々変動し、太陽からのエネルギー（日射量）も絶えず変動している。その変動の最大要因は、大気中の水蒸気（雲）と考えられる。この水蒸気量（雲量）と降水量とは直接結びつくものではないが、気象データとして降水量は、かなり正確に測定されている。その意味で、気温、地温、および降水量の相互関係を経時的に測定する意味は大きい。

降水が地温に及ぼす影響を論じる上で、降水の意味に3点あることを考える必要がある。

第1に、降水がある時には雲があり日中では日射量が抑えられ、夜間は地面から大気への放射量が抑えられること。

第2に、降水（雨滴）そのものに温度があり、その高低によって降水が地表面に達する時の地中への熱の受給の形態が異なり、地温への影響が変化すること。

第3に、降水の土壌中への浸潤、浸透によって熱の伝導が促進され、かつ、土壌水分量が増加することによって土層の熱容量が増大すること。

以上の3点の各々について、また、それら相互の関連についてデータを集め解析することを今後の課題として提言し、本報告を結ぶ。

#### 参 考 引 用 文 献

- 1) 山村善洋, 降水が地温に及ぼす影響について(1), 高知大学学術研究報告, 第30巻。農学, pp 115-127 (1981)

(昭和57年9月29日受理)

(昭和58年2月15日発行)