地温が作物の生育に及ぼす影響 (第2報)

小麦品種の生育収量に及ぼす地温の影響 (1)*

竹内 史郎・長谷川 浩

(京都大学農学部)

緒 言

地温は作物生育にとって重要な環境要素の一つであるが、耕耘、マルチング、畦立、灌漑など耕種作業によつてある程度まで人為的にこれを制御することが出来る。したがつて、各種作物について地温の生理的意義が究明せられ、さらに地温に対する作物反応の品種間差異が明らかにされるならば、栽培技術の発展に資する所が多いと考えられる。

小麦の生育と地温との関係について DICKSON(1923)³⁾ 及び WORT(1940)⁸⁾ は、それぞれ春播小麦の生育適地温は $20^{\circ}\sim 22^{\circ}\text{C}$ で、秋播小麦のそれはこれより $5^{\circ}\sim 6^{\circ}\text{C}$ 低いことを報じているが、秋播小麦が遭遇する厳寒期における低地温の生育収量に及ぼす影響、さらにはその品種間差異について研究されたものは見当らない。筆者らは、京都大学農学部作物学研究室において、とくに厳寒期における地温に着目して小麦の栽培実験を行い興味ある事実を得たので報告する。

実験方法

本実験には戸外に設けた大型土壤恒温槽2基を用い、高地温区(H区)と低地温区(L区)の2区を設定した。土壤恒温槽は内法長さ 320 cm、幅 90 cm、深さ 45 cm のコンクリート製水槽よりなり、その大部分は地中にあり、地上には僅かに 5 cm 現われている。その底面近くには 0.5 kw の温床用電熱線 4 本を配し、また槽内各部へ井戸水を均等に注入する装置を附し、水面上 1 cm を隔てて厚さ 2.5 cm のスチロール系合成樹脂断熱板(エバークール)で覆つてある。なお水の攪拌装置は設けてないが、水温の分布はほぼ均整で夏季には $20^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 、冬季には $5^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{C}$ の範囲に調節することが可能である。

供試ポットは直径 24 cm、高さ 30 cm のホロー鉄器製で、木製の台上に 1 列 10 個ずつ 2 列に配列され、ポット内土壤表面は水面とほぼ一致している。またポット上面にはエバークール板の覆蓋を附し、作物はそれに穿つた穴を通して生育する。

供試小麦品種は鴻巣 25 号と農林 17 号で、1957 年 12 月 1 日播種し、1 ポット 2 本立(株間 12 cm)とした。肥料はポット当り基肥として硫酸 5 g、過石 10 g、塩加 5 g を施し、4 月 20 日硫酸 1 g を追肥した。

昭和 33 年 10 月 18 日第 120 回講演会に於て発表

地温処理は 1958 年 1 月 11 日に開始したが、それまでは自然状態に放置した。処理温度は 3 月 31 日まで H 区 11°C 、L 区 6°C を基準とし、以後は両区とも $5^{\circ}\sim 6^{\circ}\text{C}$ 昇温せしめた。なお L 区では 3 月中・下旬、氷を使用し水温の調整を行つた。実験期間中の外気温及び両区の日平均地温(地地下 5 cm 深)の経過は Fig. 1 のようである。

土壤水分は最大容水量の約 35% を基準とし重量法により調節し、降雨直後にはポット底部から吸引装置により余剰水を排水した。なお 1 区ポット数は 6 個で、生育調査は月 2 回行い、生育期間中 3 回にわたり各区 1 ポットずつ掘取を行い地下部の生育を調査し、残余のポットは登熟を待つて収穫物の調査を行つた。

Fig. 1; Transitions of the Daily Average Air and Soil Temperatures.

実験結果

1) 地上部の生育 Table 1. 及び Fig. 2 から明らかなように、草丈、主稈葉数、莖数、幼穂發育など地上部の生育は低地温(約 6°C)によつて著しく抑制された。すなわち、地温処理開始直後から葉の伸長はにぶり、出葉日数は増大し、分げつの発生は遅延し、L 区と H 区の生育の差は 3 月頃において最大に達した。その後両区の差はやや減少の傾向を示したが、鴻巣 25 号 L 区の莖数は 4 月下旬以降 H 区よりかえつて多くなつている。これは遅発分げつの多発によるものである。また幼穂の發育は L 区においておくれ、出穂、

開花、完熟期はH区に比し約1週間おくれた。そしてこのような低地温(約6°C)による地上部生育阻害の程度は鴻巣25号に比し農林17号が明らかに大であることが認められた。

2) 地下部の生育 Table 2 及び Fig. 2 から明らかなように、地下部の生育は地上部のそれにも増して低地温(約6°C)による阻害が顕著で、その阻害程度は地上部における同様に農林17号において大であった。なお、L区における根はH区のそれに比して白く、太く、分岐根が少く、水分含量は高かった。このことは SHANKS (1949)⁵⁾がバラの根について観察し

ているところとよく一致している。

3) 収穫物 Table 3 及び Fig. 3 から明らかなように、一株穂数では鴻巣25号のL区がかえつてH区より僅か多い傾向があるが、これは前述したように遅発分げつの多発によるもので、農林17号ではL区の穂数は明らかにH区より少い。また穂長及び千粒重は両品種ともL区がおとり、農林17号においてその差は大であった。結局、収量については鴻巣25号では両区間に有意差は認め得ないが、農林17号では明らかにL区が劣った。

Table 1: The Top Growth of Wheat Varieties grown under Different Soil Temperatures.

Charactors	Date	Kōnosu No. 25				Nōrin No. 17			
		L	H	diff.	L/H×100	L	H	diff.	L/H×100
Plant Height †		cm	cm	cm	%	cm	cm	cm	%
	Jan. 11	4.9	5.4	0.5		3.4	3.9	0.5	
	Feb. 8	8.0	11.1	3.1**	71.6	4.8	7.7	2.9**	62.0
	Mar. 5	12.6	17.0	4.4**	74.5	6.8	8.9	2.1**	79.0
	Apr. 1	35.1	46.7	11.6**	75.2	14.9	22.0	7.1**	68.0
	May. 1	78.5	80.2	1.7		49.1	66.2	17.1**	74.2
No. of the Leaves on the Main Axis †	Jan. 11	2.1	2.1	0.0		2.0	2.1	0.1	
	Feb. 8	3.8	5.1	1.3**	74.9	3.6	5.2	1.6**	69.0
	Mar. 5	5.5	7.1	1.6**	77.5	5.3	7.5	2.2**	70.2
	Apr. 1	8.0	9.2	1.2**	86.7	7.8	10.5	2.9**	74.4
	May 1	9.2	10.5	1.3**	87.6	11.8	15.0	3.2**	78.7
No. of shoots per plant †	Jan. 11	1.0	1.0	0.0		1.0	1.0	0.0	
	Feb. 8	2.6	3.9	1.3**	67.5	2.8	4.4	1.6**	62.8
	Mar. 5	5.1	8.3	3.2**	61.0	4.9	11.4	6.5**	42.6
	Apr. 1	13.8	18.3	4.5**	75.3	13.2	24.5	11.3**	53.9
	May 1	24.5	19.5	-5.0**	125.6	19.8	25.3	5.5*	78.4
Length of ear primordia of the main axis	Mar. 5	0.17	0.21		88.9	0.0	0.05		—
	Apr. 1	0.39	0.70		55.7	0.07	0.24		28.2
	May 3		Apr. 27	6**		May 11	May 2	9**	
Heading date		May 12	May 6	6**		May 19	May 10	9**	
Flowering date		Jun. 16	Jun. 10	6**		Jun. 19	Jun. 12	7**	
Ripening date									

L: low soil temp. plot, H: high soil temp. plot, † growth data based on 12 plants, but 10 plants at Apr. 1., 6 plants at May 1,

* signif. at 5% level, ** signif. at 1% level.

考 察

WEAVER (1926)⁷⁾は低地温下では根におけるあらゆる物理化学的反応が抑制されることを示し、大部分の作物では40°F(約4.5°C)以下では生育が停止すると述べ、CANNON (1911)⁸⁾は低地温下における水分

吸収の低下は冬作物の生育抑制の原因であるとし、高橋等 (1955)⁹⁾は大麦の根において $K_2O > PO_4 > NO_3 > \dots$ の順に低地温において吸収阻害の起ることを報じ、HOAGLAND 等 (1936)⁴⁾ は大麦の切断根を用い、6°C における K, NO_3 , Halide の accumulation ratio

は夫々 12°C のそのの大約 70 %, 50 %, 60 % に低下することを述べ, DADYKIN (1956)²⁾ は小麦が低地温下で生育の不良なのは根におけるアミノ酸合成機能が低下するためであると述べている. これらの所見から考えると, 本実験において L 区の生育が抑制されたのは 1~3 月の地温が大約 $5^{\circ}\sim 6^{\circ}\text{C}$ の間にあつたことからみて当然と云えよう. しかしながら低地温による生育阻害の程度に品種間差異が認められたことは, 一つには根の生理に及ぼす低地温の影響に品種間差異のあることを暗示するもので, 作物学上興味ある問題と考えられる.

なお, 低地温による生育阻害程度の比較的小である鴻巣 25 号は感温性が高く冬季間の生育が旺盛な品種であるが, これは生育可能な最低地温が比較的低いためではないかと考えられる. 一方, 農林 17 号は裏東北及び北陸地方を適地とするが, こ

Fig. 2 : Top and Root Growth of Wheat Varieties grown under Different Soil Temperatures. (Apr. 1 1958)

Table 2 : The Root Growth of Wheat Varieties grown under Different Soil Temperatures.

Date	Characters	Kōnosu No. 25			Nōrin No. 17		
		L	H	L/H×100	L	H	L/H×100
Mar. 5	No. of roots †	14	21	66.7	6	13	46.1
	Total length † (cm)	285	625	45.6	134	488	35.2
	Dry weight (g)	0.07	0.12	62.4	0.03	0.11	24.5
Apr. 1	No. of roots †	39	66	59.1	16	28	57.1
	Total length † (cm)	999	2303	43.3	381	1202	40.6
	Dry weight (g)	0.56	1.62	34.4	0.11	0.57	19.0

† except the lateral roots.

Table 3 : Effects of the Soil Temperature upon the Harvested Plants and Yields.

Characters	Kōnosu No. 25			Nōrin No. 17		
	L	H	diff	L	H	diff
No. of ears per plant	20.0	18.0	-2.0	13.8	18.5	4.7*
Length of ear (cm)	7.9	8.5	0.6**	7.7	8.5	0.8
No. of fertile spikelets per ear	14.0	15.1	1.1*	14.9	16.0	1.1
Weight of 1,000 grains (g)	39.4	41.4	2.0	31.7	38.4	6.7*
Weight of grains per plant (g)	20.2	22.2	2.0	11.1	24.5	13.4**

* signif. at 5 % level. ** signif. at 1 % level.

れは生育可能な最低地温が比較的高いために初冬において早く生育が停止し, 耐寒耐雪性を強化することに

なつていてのではないかと推察される.

これを要するに小麦の生育収量に及ぼす地温の影響

には品種間差異の存することが明らかにされた。そしてかかる品種間差異の生ずる生理的理由並にその農業上の意義については今後の研究によつて明らかにしたい。

引用文献

- 1) CANNON, W. A. : Carnegie Inst. Wash. Pub. 131, (1911)
- 2) DADYKIN, V. P. : Doklady Akad. Nauk. SSSR, 106, 923, (1956)
- 3) DICKSON, J. G. : J. Agr. Res. 23, 837 (1923)
- 4) HOAGLAND, D. R. et al. : Pl. Physiol. 11, 471 (1936)
- 5) SHANKS, J. B. et al. : Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 53, 473 (1949)
- 6) 高橋他 : 農技研報, B, No. 4, 195 (1955)
- 7) WEAVER, J. E. : Root Development of Field Crops (1926)
- 8) WORT, D. J. : Pl. Physiol. 15, 335 (1940)

Kōnosu No. 25 Nōrin No. 15
Upper: Low Soil Temperature Plot
Lower: High Soil Temperature Plot
(Ears in Each Plate were from a Plant)
Fig. 3 : Ears of Wheat Varieties grown under Different Soil Temperatures.

Studies on the Affects of Soil Temperature upon the Growth of Crop Plants (II)

Effects of soil temperature upon the growth of wheat varieties (1)

Shiro TAKEUCHI and Hiroshi HASEGAWA
(Faculty of Agriculture, Kyoto University)

Summary

The soil temperature is one of significant factors affecting the growth of plants, but no study was intended to examine the effect of soil temperature in winter period upon the growth and yield of wheat varieties. In this study, two winter wheat varieties: Kōnosu No. 25 and Nōrin No. 17 were used and seeded in the containers at Dec. 1, 1957. The soil temperature treatments were performed by placing pots in two constant temperature water tanks at outdoors maintained at about 6°C. and 11°C. in winter period (Jan. 11.—Mar. 31.) respectively, but those temperatures were raised about 5°~6°C. during Apr. 1. to May 31. (Fig. 1)

The results were as follows:

- 1) The growth of both top and root were retarded by low soil temperature (ca. 6°C.) and the degree of retardation in growth by low soil temperature was larger in root.
- 2) As the development of ears were promoted by high soil temperature (ca. 11°C.), heading, flowering and ripening times were hastened about one week by high soil temperature treatment.
- 3) Grain yield was significantly increased in the high soil temperature plot in Nōrin No. 17, but in Kōnosu No. 25, there was little difference between each plots.
- 4) From the above results, we concluded that the soil temperature in winter and early spring affects markedly on the vegetative and reproductive growth of wheat plants and there is varietal differences in the degree of retardation of growth by low soil temperature. It is supposed that the susceptibility to low soil temperature of Nōrin No. 17 may be related to the cold and snow resistance of this variety.