

ホウレンソウの補光栽培に関する研究*

成松 次郎

Studies on the supplemental lighting culture of
spinach (*Spinacia oleracea* L.).

Jiro NARIMATSU

摘 要

ホウレンソウの生育に及ぼす光の影響を調べ、補光栽培の方法を検討した。

白熱ランプによって2~3lx以上の照明で13時間程度に日長延長を行なうと、著しい生長促進効果が得られた。この原因は、赤色から遠赤色の波長が関与する長日効果と考えられた。

また、メタルハライドランプを用いた強光の照明では花芽発育が抑制され、このような花成に関与する現象については、光の強弱が関与していることが示唆された。

次に、照明時間帯と生育の関係では、日の出前の照明が抽だいを避けて生長を促進するために適切であった。

これらのことから、ホウレンソウの生産性向上のために補光栽培が有効であることが明らかになった。

そこで、秋冬まきのトンネル栽培において屋外照明灯を使って早朝照明を行い、生長促進効果を確認した。

キーワード：ホウレンソウ、補光栽培、抽だい、長日反応、照明方法

Summary

Effects of lighting for the growth and development of spinach were examined, and the method of the lighting culture for practical use was investigated.

1. The growth was obviously promoted by the incandescent lamp lightened at 2~3 lx and over with the daylength of 13 hours. The reason was the long day effects of red and far-red light.
2. The bolting was retarded by the strong light using the metalhalide lamp. It was discussed that the flower formation was connected with the light intensity.
3. The lighting just before sunrise was the best method for growth promotion regarding the relation between the lighting time and the growth. It was proved that the lighting culture was the useful method for spinach production. The lighting in the open field of the tunnel culture in early morning in autumn and winter was demonstrated.

keywords: spinach, supplemental lighting culture, bolting, long-day reaction, lightening method.

*本研究の一部は、平成4年度園芸学会春季大会及び平成5年度園芸学会春季大会で報告した。

緒 言

本県の1994年におけるハウレンソウの作付面積は837 haで、キャベツ1,880ha, ダイコン1,460haに次ぐ主要野菜となっている。冬期におけるハウレンソウ栽培の一部は、パイプハウスやビニールトンネルを用いた保温による生育促進が図られている。このように、温度については、冬期に加温と保温を目的とした制御が多くの野菜で一般化している。

近年は温度、光、二酸化炭素などの環境要因を制御して効率的に作物生産を行なう農業技術が発展しているが、同時に経済性が追求されるため、環境制御技術の実用化には限界が生じている。

本研究は、秋冬まきハウレンソウ栽培の一層の生産性向上を目的とし、環境要因としての光の生理作用を活用した技術開発を行おうとするものである。

光は光合成エネルギー源として植物生産に不可欠であるほか、植物体各部に作用して生長と発育を制御している。植物生産への照明の利用法のなかで、光周性に基いて長日効果をもたらすための補足照明（長日用補光）がある³⁾。これは自然の日長を長日にするための照明で、弱い光（4~5 lx程度）で生育反応が起こる。この現象は既に園芸に利用され、イチゴの休眠防止、キクの開花期の調節などに実用化されている。

本研究では、秋冬まきハウレンソウ栽培においてこのような弱い光の照明を生育促進技術として確立するため、光の強さ（光源からの距離）が生育に及ぼす影響を検討した。さらに、照明効果を高めるための適切な照明時間帯を検討し、その場合の有効照度にも検討を加えた。そして、秋冬まきトンネル栽培へ適用することにより、その実用性を考察した。

材料及び方法

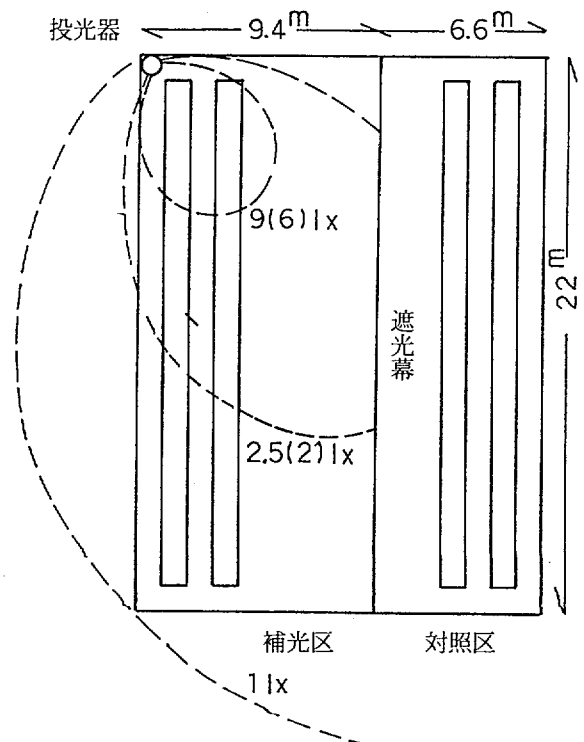
1. 光源からの距離が生育に及ぼす影響

1991年1月5日に品種‘リード’を育苗用培地に播種し、16日に最低気温10℃の加温ハウス内の水耕栽培装置に定植した。栽植密度は12×10cmで、1培地当たり1株植えとした。光源にBOCランプ（三菱メタルハライドML型200V400W）1灯を用い、これを南北に設置した栽培槽の北端に栽培パネル面からランプ先端までを78cmの高さに配置した。光の強さは、光源下で $110 \mu\text{molm}^{-2} \text{sec}^{-1}$ (8,600lx)であった。照明は定植日

より朝方6~7時と夕方16~19時に行なって13時間日長にした。試験区は、光源からの鉛直距離で0m, 2.5m, 5m, 7.5m, 10m及び対照（自然日長）の6区を設けた。

2. 照明時間帯が生育に及ぼす影響

1991年11月1日に品種‘リード’を育苗用培地に播種し、13日に無加温ガラス室内の水耕栽培装置に定植した。栽培方法は前試験と同じである。光源に電照電球「みのり」（松下電器K-RD100V60W）で1処理当たり2灯を長さ2m, 幅1.2mの栽培面上の高さ75cmに配置し、照明は定植日より行なった。栽培面上の照度は80~200lxに分布した。試験区は、朝夕（5~8時と16~18時）、朝（3時30分~8時）、夕（16~19時30分）、深夜（22~1時）の時間帯に照明してそれぞれおよそ13時間日長とし、さらに対照（自然日長）の計5区で2反復を設けた。なお、この時期（11月27日）の横浜における日の出は6時27分、日の入りは16時30分であった⁶⁾。



第1図 試験ほ場の照度分布

注. 照度は水平照度で、カッコ内はトンネル内水平照度

3. 照度が生育に及ぼす影響

1992年10月30日に品種‘リード’を育苗用培地に播種し、11月12日に定植した。栽培方法と照明方法は前試験と同じである。照明は定植日の翌日より、3時30分から7時30分まで行なった。水平照度は、ランプが無被覆の場合に40~135lxに分布し、これを黒寒冷しやで覆うことにより弱光を得た。また、対照は無照明であるが、他の処理の光によって0.3~0.9lxの水平照度があった。試験区は、光強度Ⅰ（水平照度40~135lx）、光強度Ⅱ（同20~65lx）、光強度Ⅲ（同7~20lx）、光強度Ⅳ（同3~7lx）及び対照の5区で2反復を設けた。

4. トンネル栽培に対する補光

1992年11月18日と12月16日の2回、品種‘リード’を、幅80cmのベッドに黒マルチを使い、条間14cm 5条、株

間15cmとして播種し、その後間引いて、1本植えにした。トンネル資材は、開孔率約1.5%のポリオレフィンフィルムを播種日より被覆した。試験ほ場は南北22m、東西16mで、栽培面積は11月まきと12月まきのそれぞれに補光区、対照区ともに16㎡とした。

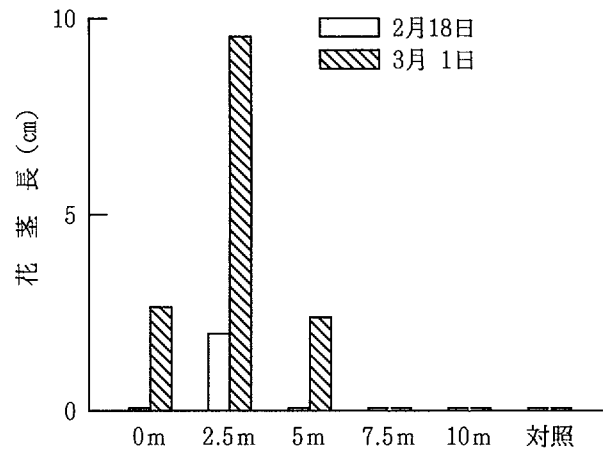
照明方法は、第1図に示したように、光源に450W投光器用ランプ（東芝RF-100V450WHC）を試験ほ場の北西端（高さ4.5m、伏角15°）に設置し、播種日から収穫日までの午前3時30分より7時まで照明した。補光区は、光源からの距離により照度が異なるので、照度別に3段階に分けた。すなわち、試験区は、補光Ⅰ（トンネル内水平照度6~10lx）、補光Ⅱ（同2~5lx）、補光Ⅲ（同1lx以下）及び対照区を設けた。対照区は、夜間のみ高さ2mの遮光幕を張り、投光器からの照射を防いだ。

第1表 光源^zからの距離と光環境^y

試験区	法線照度 lx	水平照度 lx	積算日射量 ¹⁾ MJm ⁻²
0 m	8,600	8,600	163.4
2.5 m	218	66	153.6
5 m	33	8	150.0
7.5 m	15	3	157.7
10 m	7	1	154.5
対照	0	0	155.7

注. ^z 三菱メタルハライドランプML型200V400W
栽培面から78cmに設置

^y 1月16日~2月14日



第2図 光源からの距離が花茎長に及ぼす影響

第2表 光源からの距離が生育に及ぼす影響^z

調査日	試験区	葉数 ^y 枚	最大葉		茎葉重		葉面積 cm ²	花芽の発育	
			葉長 cm	葉色 ^x	新鮮重 g	乾物重 g		分化段階 ^w	抽だい株率 ^v %
2月18日 (処理後33日)	0 m	12.6	26.5	43	20.3	1.42	356	分化~形成	0
	2.5 m	12.8	26.1	38	18.9	1.19	394	形成~抽だい	73
	5 m	12.4	25.5	39	19.2	1.30	369	分化~形成	0
	7.5 m	11.5	18.8	46	11.3	0.95	206	初期~分化	0
	10 m	11.1	15.6	49	9.3	0.83	187	初期~分化	0
	対照	11.2	14.7	50	8.9	0.80	165	初期	0
	有意差 ^u	**	**	**	**	-	**	-	-
3月1日 (処理後44日)	0 m	18.5	43.4	43	70.5	4.58	1070	形成~抽だい	89
	2.5 m	19.1	42.0	40	59.8	4.05	1129	形成~抽だい	84
	5 m	15.5	37.3	45	47.4	3.62	880	形成~抽だい	21
	7.5 m	14.5	28.5	50	33.9	2.64	642	分化~形成	0
	10 m	14.3	25.6	52	28.4	2.21	500	分化~形成	0
	対照	14.9	26.0	51	28.9	2.18	528	初期~分化	0
	有意差	**	**	**	**	-	**	-	-

注. ^z 調査個体数は20株で、数値は1株当たりの平均値を示す。 ^y 1 cm以上の数。

^x 葉緑素計SPAD-502の数値で、大きいほど濃い。 ^w 花芽の発育過程は、未分化→分化初期(初期)→花房分化期(分化)→花房形成期(形成)→抽だいとなる。 ^v 抽だい株は花茎長の伸長がみられた個体を示す。 ^u F検定により、**は1%レベル、*は5%レベルで有意差がある。

結 果

1. 光源からの距離が生育に及ぼす影響

光の明るさは、第1表に示したように、0m（光源下）のパネル面上で8,600lxとなり、光源からの距離が遠くなるほど低下し、10mで水平照度1lx、法線照度7lxであった。生育に及ぼす影響は第2表に示したが、距離が近いほど葉数が多く、茎葉重、葉面積が大きい傾向が認められた。新鮮重についてみると、0、2.5及び5mは対照の約2倍となっていた。葉色は一般に生長が進むほど淡くなるが、同一調査日では0mで生長が進んだ割に葉色は濃くなった。花芽の発育をみると、2.5mで最も進み、次いで0m、5mとなり、7.5m、10mはやや遅く、対照は最も遅かった。第2図のように、2月18日には花茎伸長が2.5mの区で観察され、3月1日では2.5mで花茎が長く、

その次に0m、5mの区であったが、7.5m、10m及び対照では認められなかった。

2. 照明時間帯が生長に及ぼす影響

第3表に示したように、12月9日における生育は、照明処理間では朝が葉長、茎葉長、葉面積が最も大きく、深夜は葉数が多く茎葉重は大きい、葉色は最も淡かった。抽だいの発生は、深夜 \geq 夕 $>$ 朝夕 $>$ 朝の順に早く、第3図に示したように、12月9日及び12月16日において花茎長に明瞭な差がみられ、照明処理間では朝が花茎長が最も短かった。一方、対照は12月16日までの処理では抽だいは認められなかった。

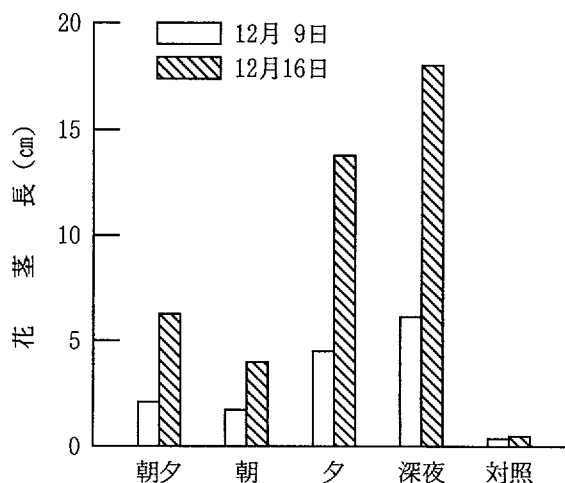
3. 照度が生育に及ぼす影響

第4表に示したように、照明によって生育は著しく促進されたが、照明処理間での生長の差は小さかった。また、抽だいの発生、及び第4図に示したように花茎の伸長は光強度I、II及びIIIで早く、次いでIVとなり、対照

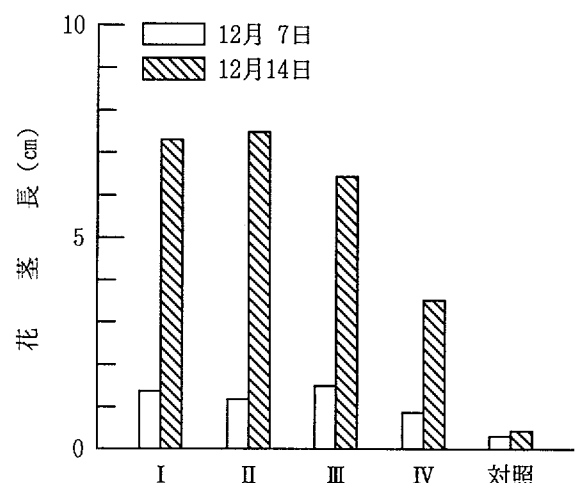
第3表 照明時間帯が生育に及ぼす影響²

調査日	試験区	葉数 ^y 枚	最大葉		茎葉重		葉面積 cm ²	抽だい株率 ^w %
			葉長 cm	葉色 ^x	新鮮重 g	乾物重 g		
12月9日 (処理後26日)	朝 夕	13.2	26.4	33	17.1	0.94	331	63
	朝	13.8	29.1	34	21.9	1.15	415	43
	夕	14.0	27.5	32	16.9	0.88	339	100
	深 夜	16.3	25.8	31	19.3	0.96	383	100
	対 照	11.2	18.9	42	10.3	0.80	214	0
	有意差 ^v	**	**	**	**	—	**	—
12月16日 (処理後33日)	朝 夕	17.0	32.0	33	29.9	1.77	—	90
	朝	16.9	33.3	32	33.2	1.84	—	83
	夕	18.1	30.3	31	32.7	1.82	—	100
	深 夜	23.0	31.6	31	44.3	2.30	—	100
	対 照	12.9	22.3	44	17.2	1.51	—	0
	有意差	**	**	**	**	—	—	—

注. ² 調査個体数は20株で、数値は1株当たりの平均値を示す。^y 1cm以上の数。^x 葉緑素計SPAD-502の数値で、大きいほど濃い。^w 抽だい株は花茎長の伸長がみられた個体を示す。^v F検定により、**は1%レベル、*は5%レベルで有意差がある。



第3図 照明時間帯が花茎長に及ぼす影響



第4図 照度が花茎長に及ぼす影響

第4表 照度が生育に及ぼす影響^z

調査日	試験区 ^y	葉数 ^x	最大葉		茎葉重		葉面積	抽だい株率 ^v
			葉長	葉色 ^w	新鮮重	乾物重		
		枚	cm		g	g	cm ²	%
12月7日 (処理後24日)	光強度 I	11.2	23.5	30	15.7	0.85	296	42
	光強度 II	11.6	24.5	32	17.0	0.90	343	37
	光強度 III	11.0	24.3	30	15.3	0.83	289	49
	光強度 IV	10.5	23.3	32	14.6	0.86	288	0
	対 照	10.1	18.3	38	10.8	0.77	209	0
	有意差 ^u	**	**	**	**	—	**	—
12月14日 (処理後31日)	光強度 I	15.6	34.3	29	33.9	1.88	633	100
	光強度 II	14.8	35.4	30	36.1	1.97	672	100
	光強度 III	15.4	33.5	31	32.4	1.76	571	100
	光強度 IV	14.1	34.4	31	30.5	1.78	561	88
	対 照	12.5	25.6	40	19.6	1.45	383	0
	有意差	**	**	**	**	—	**	—

注. ^z 調査個体数は20株で、数値は1株当たり平均値を示す。^y 光強度 I 40~135 lx, 光強度 II 20~65 lx, 光強度 III 7~20 lx, 光強度 IV 3~7 lx, 対照 1 lx未満。^x 1cm以上の数。

^w 葉緑素計SPAD-502の数値で、大きいほど濃い。^v 抽だい株は花茎長の伸長がみられた個体を示す。

^u F検定により、**は1%レベルで有意差がある。

第5表 11月まきトンネル栽培への補光の効果^z

調査日	試験区	葉数 ^y	最大葉		茎葉重		葉面積	花芽の発育 ^w
			葉長	葉色 ^x	新鮮重	乾物重		
		枚	cm		g	g	cm ²	
1月12日 (播種後55日)	補光 I	15.0	24.4	49	33.5	2.93	595	花房形成
	補光 II	14.4	21.8	50	28.9	2.71	466	分化~形成
	補光 III	14.4	17.7	56	22.5	2.35	358	初期~分化
	対 照	13.7	16.3	56	18.8	1.96	290	初期~分化
	有意差 ^v	**	**	**	—	—	**	
2月3日 (播種後77日)	補光 I	18.0	33.3	50	77.4	7.37	1258	花房形成
	補光 II	18.6	29.3	54	66.2	6.78	997	花房形成
	補光 III	18.3	24.2	58	53.8	6.00	792	花房形成
	対 照	18.7	22.9	59	51.0	5.89	784	分化~形成
	有意差	NS	**	**	**	—	—	

注. ^z 調査個体数は20株で、数値は1株当たりの平均値を示す。^y 1cm以上の数。

^x 葉緑素計SPAD-502の数値で、大きいほど緑色が濃い。^w 花芽の発育過程は、未分化→分化初期(初期)→花房分化期(分化)→花房形成期(形成)→抽だいとなる。^v F検定により、**は1%レベルで有意差があり、NSは有意差がない。

第6表 12月まきトンネル栽培への補光の効果^z

調査日	試験区	葉数 ^y	最大葉		茎葉重		葉面積	花芽の発育 ^w
			葉長	葉色 ^x	新鮮重	乾物重		
		枚	cm		g	g	cm ²	
2月23日 (播種後69日)	補光 I	18.7	27.4	47	56.0	4.30	858	花房形成
	補光 II	18.4	24.0	51	46.6	3.83	799	花房形成
	補光 III	18.2	21.8	53	41.2	3.51	636	花房分化~形成
	対 照	17.5	20.9	50	38.3	3.16	604	花房分化
	有意差 ^v	*	**	**	**	—	**	

注. ^z 調査個体数は20株で、数値は1株当たりの平均値を示す。^y 1cm以上の数。

^x 葉緑素計SPAD-502の数値で、大きいほど緑色が濃い。^w 花芽の発育過程は、未分化→分化初期(初期)→花房分化期(分化)→花房形成期(形成)→抽だいとなる。^v F検定により、**は1%で*5%レベルで有意差があり、NSは有意差がない。

は12月14日まででは認められなかった。

4. トンネル栽培に対する補光

11月まきでは第5表に示したように、補光によって生育は促進され、照明処理間では補光Ⅰ>補光Ⅱ>補光Ⅲの順に茎葉重、葉面積などの生長量が大きかった。2月3日になると、補光Ⅲは対照と比べて、生長差は小さかった。2回行った調査から判断すると、葉長が20~25cmとなる収穫適期は、補光Ⅰと補光Ⅱでは対照より約20日早かった。なお、抽だいは各区とも観察されなかった。

12月まきでは第6表に示したように、11月まきと同様の影響がみられるが、補光Ⅲは対照との差が小さかった。

考 察

一般に、作物の生育に好適な条件下や通常の二酸化炭素濃度下では、光合成は光の強さによって制限されることが知られている。成松⁷⁾はハウレンソウの生育旺盛な個体を用いた光-光合成曲線から、光補償点は $50\sim 100\mu\text{molm}^{-2}\text{sec}^{-1}$ 、光飽和点は $1,500\sim 2,000\mu\text{molm}^{-2}\text{sec}^{-1}$ と述べているように、本実験の光源下の $110\mu\text{molm}^{-2}\text{sec}^{-1}$ (8,600lx)では、みかけの光合成がかわらうじて正の値を示したと考えられた。

光の強さは点光源の場合に距離の二乗に反比例して低下し、また本ランプの形状では距離が遠いほど低下程度が大きいので、鉛直距離2.5mで66lx、5mで8lxであった。これらの光源直下0m、2.5m及び5mの光の強さが生育に及ぼす影響をみると、葉数、葉長、茎葉重などの生長量には大きな差は認められなかった。このことは、補光による生長量について、これらの処理間では大きな差がないと思われた。光補償点以下でこのような生長促進効果は光合成では説明されにくく、稲田³⁾のいう長日効果と考えられた。一方、7.5m (3lx)では照明の効果がやや低下し、10m (1lx)では無照明との差は認められなかった。

メタルハライドランプ (BOCランプ) は400~700nmのエネルギーがほぼ等しく効率が高いことから植物育成用ランプとして補足照明の効果が実証されている。関山ら⁸⁾はハウレンソウの養液栽培において、メタルハライドランプ ($200\sim 220\mu\text{molm}^{-2}\text{sec}^{-1}$)などを使用し、深夜23時から翌日7時までの照明を行なって、太陽光だけの栽培に対して2~4倍の増収効果を得ている。このような強い光での照明は、長日作用と光合成促進の両方の効果が現れたと考えられる。

次に、照明時間帯が生育に及ぼす影響をみると、朝の

照明、すなわち日の出前が抽だいを避けて生長を促進するための適切な照明時間帯であった。

ジベレリンの生成は短日下より長日下で盛んとなり、茎の生長や花成を誘導することが知られている⁴⁾。Zeevart⁹⁾は、ハウレンソウ体内のジベレリン様物質の変化に及ぼす日長の影響を研究し、長日下におけるジベレリンの活性化を指摘している。また、光が弱い時、作物は徒長することはよく知られている。そして、強光によって徒長は抑制されるが、ジベレリン散布によって光の抑制は解除される。このことから、光の抑制がジベレリン代謝を通して生長に関与していることが暗示される⁴⁾。すなわち、強光の照射によりジベレリンの生成が減少すると考えられる。したがって、光源からの距離による花茎伸長の差をみたときに、強光は花成促進するジベレリン様物質を抑制し、さらに日の出前の照明によって生成されたジベレリン様物質はその後の強光 (自然光) がこれを破壊すると推測される。

イチゴの休眠防止のための電照は、木村⁵⁾によれば日長16時間となるよう日没後または日の出前の日長延長照明、22~2時の光中断のいずれでもよいとしている。イチゴ、キクなど一部の園芸作物で行なわれている電照栽培は、いずれも短日植物の休眠防止や開花調節を目的としており、生育促進は考えられていない。

ハウレンソウなど長日性葉菜類に対する光の影響は早期抽だいを引き起こす光公害ととらえられ、光の強さや光質との関係が論じられてきた²⁾。本実験では、照明時間帯により抽だい (花茎伸長) に対する影響が著しく異なることを明らかにし、生長促進の照明適期の存在を示した。

次に、白熱ランプの照度が生育に及ぼす実験では、光強度Ⅰ (水平照度40~135lx) から光強度Ⅳ (同3~7lx) までの強さでは、生長に対する影響はほぼ同程度であった。

白熱ランプは赤色光から遠赤色光を多量に含むため、多くの植物に対して伸長を促進させる作用が広く認められている³⁾。BOCランプも700nm以上の遠赤色光を十分に含むランプである。これら2つのランプを用いた実験では、ランプの種類と照明時間帯が異なるものの、2~3lx程度の低照度で生長促進効果が得られたことは、赤色光から遠赤色光による長日作用の効果と考えられた。

一般に、長日効果とはハウレンソウなどの長日植物では花成が促進される現象を示している。ハウレンソウは日長時間が12時間程度以上の長日条件で花芽分化と開花結実を促進し、12時間程度以下では遅延する。したがっ

て、春から夏にかけて抽だいしやすく、秋から冬は抽だいににくい。また、夏まき栽培は気温が高く、ハウレンソウの生育適温を越えていることが多いにもかかわらず、生長は他のどの時期より早い。夏期は強光と長日条件であり、これらのことがハウレンソウの生長を促進させていると思われた。本実験期間中は秋冬期の短日条件下であるので、照明による日長延長が生長を促進させたものと判断された。

夏期のハウス栽培では、温度を低下させて生育の安定を図るため、遮光カーテンを利用することがある。この時、強く遮光すると抽だいが早まることを経験している。また、栽植密度についてみると、密植のために早期抽だいを招くことがある。これらのことは日射量が制限されるため、密植は株同士の葉の相互遮蔽による日射量の制限と考えられる。このことから逆に、強い光は相対的に抽だいを抑制していると考えられることができる。

本実験において、メタルハライドランプ直下の強光では抽だいが少ないことと、関山ら⁸⁾の強光による照明が明期を17時間にしているにもかかわらず早期抽だいを起こしていないことと符合する。ハウレンソウの収穫適期は葉長で判断され、その長さは20~25cm程度で、この時抽だいがいないことが前提条件である。本実験において、第2表、第3表及び第4表に示された抽だい株率とは、花莖伸長が少しでも開始された株を抽だいと判定しているため、収穫適期時の抽だい株率は実用上問題とはならない。

照明を生長促進に応用した事例として、飯田¹⁾の牧草のオーチャードグラスに対する実用化試験があるが、この中で、大型投光器(870W高圧ナトリウムランプ)を用いれば、1lx以上の法線照度を得られる約2haが増収となると述べている。本研究では、トンネル栽培で有効な照度は2lx以上であったが、この時露地ではおよそ2.5lx以上であった。そこで、これを基に450W投光器(散光型反射の白熱ランプ)を使用した時、トンネル栽培の補光有効面積を調査すると、約1.5aであった。牧草で用いた大型投光器は、光源から100mまで2lx以上となり¹⁾、この照度以上の面積が、仮に直径100mの円と見なせば、 $\pi/4$ ha、すなわち約78aの照明が可能である。本県のハウレンソウ栽培は、11月~12月まきの露地栽培ができるため、この作型への適用は十分成立すると考えられる。投光器からの距離により生長効果が異なるが、生育の進んだ株から収穫作業が行われるので、このような生育差はむしろ収穫期を分散させ、経営上有利ともなる。

補光による生育増進効果が期待できる季節は、冬至を

中心とした前後で、補光により13時間の日長を実現できる時期である。日の出前と日没後の薄明期は植物が感応できる明るさである。この薄明期は緯度35度の地点で日の出前、日没後それぞれ約30分である。したがって、13時間以下の日長となる期間は秋分から春分の間となるが、著しい生育促進効果が示される時期は秋分、春分より約1ヶ月冬至よりの間と思われた。すなわち、緯度35度の地点では、10月下旬から2月下旬までの約4ヶ月が補光期間と考えられた。

なお、加温条件の施設栽培ハウレンソウに補光すると、葉が立ち上がり葉色はやや淡くなって徒長的で夏型を示す。このようなものが露地の硬質な秋冬ハウレンソウと比較したときにやや見劣りするもので、このことを十分承知の上で逆に冬に柔らかいハウレンソウを生産するという考えに立つ必要がある。しかし、露地栽培のものに補光すれば、ロゼットが打破され、やや立性で秋型の草姿となって商品性が向上する。

引用文献

- 1) 飯田克実(1977): 牧草の電照栽培の実用化, 畜産の研究, 31, 1001~1006
- 2) 池谷保緒・村松安男・二宮敬治(1973): ハウレンソウの終夜照明に対する抽だい反応について, 静岡農試研報18, 19~22
- 3) 稲田勝美(1984): 光と植物生育, 養賢堂, 236~307
- 4) 加藤徹(1988): 野菜の生育調節, 博友社, 55~56
- 5) 木村雅行(1974): 総合野菜・畑作技術事典II, 農業技術協会, 44~47
- 6) 国立天文台編(1991): 理科年表, 丸善出版, 第45冊, 45
- 7) 成松次郎(1990): ハウレンソウの光合成に及ぼす光の強さと炭酸ガス濃度の影響, 施設園芸技術高度化共同研究事業報告第1号, 33~36(1990)
- 8) 関山哲雄・岡野利明・星武彦・小酒井一嘉・岡部勝美・羽生広道(1987): 高能率野菜生産技術の開発(1) 基礎実験設備の性能とハウレンソウの栽培試験, 電中研報, 485031
- 9) Zeevart, J.A.D. (1971): Effects of photoperiod on Growth Rate and Endogenous Gibberellins in the Long-Day Rosette Plant Spinach, Plant physiol., 47, 821~827