

「深夜照明によるハウレンソウの成育促進効果と植物ホルモンの関係」

筑波大学大学院 生命環境科学研究科 福田直也

1. はじめに

人工照明を使った作物栽培方法として、北欧や北米では一般的に行われている補光技術がある。これらの国々では、冬季の野菜等の栽培に補光が不可欠であるが、我が国では、冬季の日射が比較的多いことなどの理由から、実用的な補光栽培についてはあまり検討されてこなかった。

このような状況の中、深夜間の安価な電力を利用した補光について検討が行われており、この深夜から早朝にかけて人工照明による補光を行った場合に、いくつかの葉菜類について葉の展開伸長が早くなり成育が促進されることが示唆されている（福田ら、1995；Fukudaら、2004）。このような深夜間の補光は、明期の延長を伴うことから、長日植物の場合、深夜間照明に伴い抽だいが誘導される可能性がある。しかしながら、レタスやチンゲンサイ、シュンギクについては、日長延長に伴う葉の伸長促進や若干の茎の伸長は起こったものの、極端に抽だいが深夜間照明によって促進されることはなかった。

通常のハウレンソウ栽培の場合、収穫可能な大きさまで生育させ、抽だいするまでに収穫を終える。しかし、ハウレンソウについて生育促進を目的とした深夜間照明栽培を行う場合、品種によっては長日処理に伴い抽だいが促進されることが予想される。実際、ハウレンソウの場

合、深夜間の照明は、著しく成育を促進する一方で、抽だいが促進された（福田ら、1999）。しかしながら関山ら（1987）は、高圧ナトリウムランプとメタルハライドランプを組み合わせた、 $200\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ という強光条件でハウレンソウの深夜間補光栽培を行ったところ、収穫段階で抽だいすることはなかったと報告した。また、成松・法月（1992；1993）は、ハウレンソウについて補光による明期延長を行った場合、光源直下の $120\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ の光強度では抽だいが抑制されることを示し、ある程度の強光強度で日長延長した場合は、抽だいが遅延することを示唆している。

このような深夜間の照明伴うさまざまな生理的反応には、植物ホルモンが関与している可能性が考えられる。特に明期延長処理に伴う抽だいや葉柄の伸長といった形態的変化の関連では、ジベレリンやオーキシンといった植物ホルモンが関与している可能性が高い。ここでは、ハウレンソウの深夜間照明栽培について、筆者らの研究成果を基に、その成育促進効果に関与する形態形成反応と植物ホルモンの関係を中心として論じてみたい。

2. 深夜間照明処理下におけるハウレンソウの成育反応

ハウレンソウの成育ならびに花成反応は品種

によって異なる。高尾 (1996) は、ハウレンソウの品種について、日長感応性から分類を行っている。筆者らは、高尾の分類より、最も日長感応性の高い I 群品種の内 ‘オーライ’ (タキイ種苗) と ‘トライ’ (同) を、また、I 群より日長感応性の低い II 群の品種 ‘アクティブ’ (サカタのタネ) と

表 1 深夜間照明下で 30 日間栽培したハウレンソウの生育

		地上部生体重 (g)	花茎長 (cm)
品種 (A)	‘オーライ’	42.8 d ^z	23.2 d
	‘トライ’	26.7 c	17.7 c
	‘アクティブ’	18.3 ab	7.4 b
	‘サマーライダー’	16.4 a	2.4 a
光源 (B)	MH	26.1	14.5
	HPS	26.1	10.7
光源からの 距離 (C)	0m ^x	48.6 d	15.0 b
	1m	26.2 c	19.2 c
	2m	21.2 b	16.7 b
	Cont.	9.7 a	0.5 a
	A	** ^w	**
	B	NS	**
	C	**	**
	A×B	NS	**
	A×C	**	**
	B×C	NS	**
	A×B×C	NS	NS

Z: 異なる文字間には Tukey の検定により 5% レベルで有意差がある。

y: MH—メタルハライドランプ, HPS—高圧ナトリウムランプ

x: 光源からの水平距離 (m), cont.—無補光

w: **—分散分析により 1% レベルで有意, NS—有意差なし

‘サマーライダー’ (タキイ種苗) を供試した比較試験を行った (福田ら, 1999; 表 1)。ここでは、ハウレンソウ 4 品種に、メタルハライドランプ (MH) と演色改善型高圧ナトリウムランプ (HPS) により深夜 11:00 から翌朝 7:00 まで照明を行った。この際、深夜間照明処理時の光強度について光源直下および、光源直下からの距離で 1m または 2m とした区をそれぞれ設定したところ、実際の光強度は 76, 4.8, 0.7 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (光合成有効光量子束 (PPF)) となっている。この試験の結果、4 品種のハウレンソウは、いずれも深夜間照明によって大幅に生育促進され、光源直下では、平均で対照区の 2～3 倍程度の地上部生体重となった (表 1)。その一方で、深夜間照明を行った処理区では、いずれの品種も抽だいしており、花茎の伸長が観察された。しかし、花茎の伸長程度は、品種、光源の種類、光強度によって異なり、全体としては、HPS の方が MH よりも花茎が短くなる傾向が示された。また、光源直下では、1m ならびに 2m 区よりも花茎が短くなる傾向を示した (図 1)。強光強度下での花茎長抑制傾向

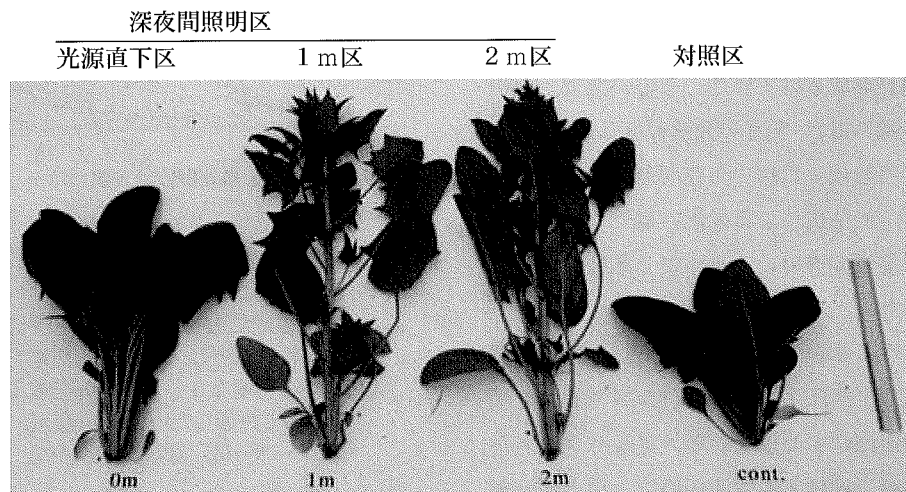


図 1 深夜間照明下で栽培したハウレンソウの草姿。対照区では照明を行わず、照明区では演色改善型高圧ナトリウムランプにより深夜 23:00 から翌朝 7:00 まで照明を行った。1m と 2m は、それぞれ光源直下からの距離を示す。

は、特に早生系品種‘オーライ’、‘トライ’の場合HPSで強く現れ、HPSの花茎はMHの半分程度となった。また抽だい長は、1m区では処理開始後16日目時点で9cm程度となっており、20日目では28.8cmになった(福田ら, 1999; 図-2)。光源直下(0m区)の場合、16日目の抽だい長は0.6cmとわずかであり、20日目でも7cm程度であった。一方1m区では、深夜間照明処理開始後8日目で最初の抽だい株が観察され、16日目には全株が抽だいた。しかし、0m区の場合、最初に抽だい株が観察されたのは深夜補光開始後12日目であり、その後の抽だい株増加率は低く、16日目でも20%の抽だい株率となった。

高圧ナトリウムランプによる深夜照明開始後に、ホウレンソウの生長点を実体顕微鏡下で観察し、江口・市川(1940)の花芽分化標徴を参考にして、分化初期(前期;1, 後期;2), 花房分化期(前期;3, 後期;4), 花房形成期(前期;5, 後期;6)に花芽分化の程度を分類し数値化した(図-3)。その結果、花芽の発達については、深夜照明がそれを著しく促進し、特に照明の強度が弱い条件では、処理開始後9日目時点で花房が形成されていた。その一方で、照明の強度が強い場合、花芽の発達程度は遅くなり、同じ処理開始後9日目でも花房形成期には入っておらず、光強度による抽だいまでの日数の違いが花芽発達の違いによるものであることが裏付けされた。

このように品種間差異はあるものの、全体の傾向として、高圧ナトリウムランプ下では、深夜間照明処理による抽だいがメタルハライドランプに比べて遅延する傾向があり、加えて、その光強度が高いほど抽だいが遅延することが明らかとなった。深夜間の照明は、ホウレンソウ

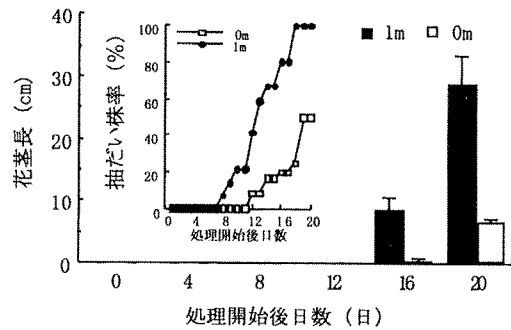


図-2 深夜補光がホウレンソウ品種‘サマーライダー’の花芽分化ならびに花茎長に及ぼす影響。エラーバーは標準誤差(n=4)を示す。処理区については表-1を参照

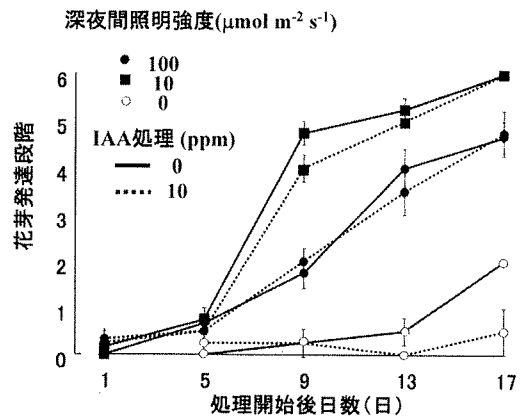


図-3 深夜間照明とその光強度ならびに外生オーキシン処理がホウレンソウの花芽発達段階に及ぼす影響。花芽発達は、未分化を0とし、花芽分化初期を1~2, 花房分化期を3~4, 花房形成期を5~6として評価した(江口・市川, 1940)。エラーバーは、標準誤差(n=4)を示す。

表-2 蒸留水またはジベレリン (GA_3 ; 濃度 100ppm) 散布処理と夜間補光の光強度 (PPF)が, 補光処理開始後 10 日目のハウレンソウの生育に及ぼす影響.

散布処理	補光強度	葉枚数 (枚)	全葉長 (cm)	葉角 ($^{\circ}$)
対照区 (蒸留水処理)	200	17.8	16.3	38.9
	10	14.7	16.8	52.2
	0	12.8	17.3	54.4
GA_3 処理	200	25.3	20.5	65.8
	10	21.3	21.4	69.3
	0	17.0	20.8	69.0
有意性	GA_3 処理	*	*	*
	補光処理	*	NS	*

有意性の検定は分散分析により行い*は5%水準でその要因が有意であることを示し, NSは有意性がないことを示す.

の成育を大きく促進することができるが, その際問題となる抽だいについても, 照明時の光質ならびに光量の調節を行うことにより, ある程度コントロールできることが判明した.

その他の形態的特徴としては, 深夜間に照明した場合, 照明強度にかかわらず栽培中の葉枚数が増加することも判明した (近藤ら, 2004; 表-2). また, ハウレンソウを横から撮影したところ, 深夜間照明の光強度が $200\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ の場合ロゼット型の草姿を示したのに対し, $10\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 条件では, ハウレンソウの葉は立ち上がって立性を示し, 立体的な草姿となった (図-4). 深夜間照明中の光強度が光合成光補償点以下の条件の場合, 主として, 立性の草姿や葉面積の増大などの形態的变化に伴う

明期中の植物体総受光量増大が, ハウレンソウの生育促進に寄与しているものと思われる. 反対に, 光強度が強い照明区の場合, 照明による投影葉面積増大に伴う明期中の受光量増大に加えて, 照明による暗期中の光合成速度増加が直接的な生育促進に結びついていると考えられる.

3. 深夜間照明下で栽培したハウレンソウの成育反応とオーキシンならびにジベレリン

筆者らはまずオーキシン (IAA) について, 深夜間照明下のハウレンソウ形態形成との関係を調査した. 前節の実験時に, 深夜照明処理を行っているハウレンソウに外生 IAA 処理を実施したところ, IAA処理を行った区においてわずかに花成が遅延する傾向があった (図-3). また, 内生

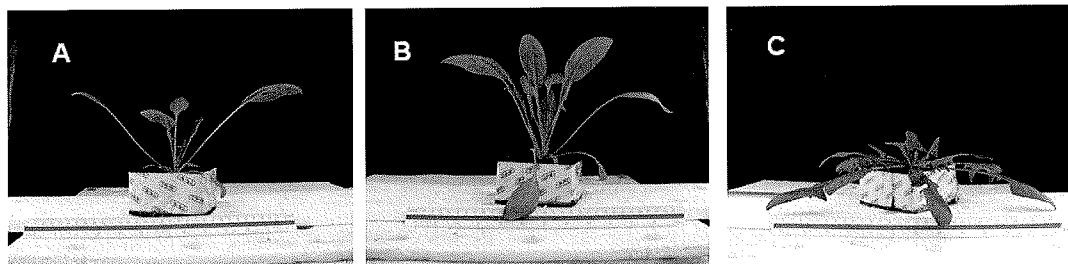
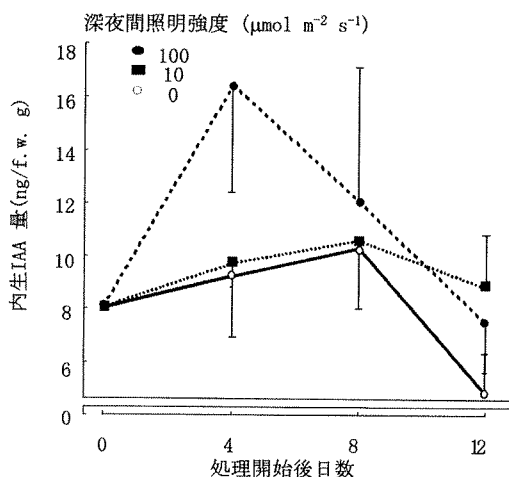


図-4 深夜間照明下で栽培したハウレンソウの草姿.
A: 無照明区, B: 弱光照明区, C: 強光照明区



図－5 深夜間照明下におけるハウレンソウの内生オーキシン含有量の変化。エラーバーは標準誤差 (n=4) を示す。

IAA 量について分析を行ったところ (Fukuda ら, 2006; 図－5), 処理開始後4日目に, 光源直下の0m 区で $16.5 \text{ ng} \cdot \text{top f. w. g}^{-1}$ となり, 処理開始時の約2倍に, また同日の対照区の1.7倍の濃度となり, 照明強度が強い区において一時的に上昇するという大変興味深い結果となった。しかしながら, 外生オーキシン処理を行ったところ, 葉の伸長や角度など他の形態的特徴への影響はほとんどなく, また, 花芽発達に対する効果も限定的であったことから, 深夜照明下におけるハウレンソウの形態形成にIAAが関与する部分は小さいものと考えた。

次に筆者らは, 深夜間照明栽培を行ったハウレンソウにおける形態形成反応とジベレリン (GA) の関係を調査した。まず, GA_3 と GA 生合成阻害剤を深夜間照明処理中のハウレンソウに処理したところ, 深夜間照明の光強度が抽だいに及ぼす影響を変化させた (Fukuda ら, 2006; 表－3)。 GA_3 処理はハウレンソウの抽だいを促進し, 深夜間照明区では強弱両光強度と

表－3 ジベレリンおよびジベレリン生合成阻害剤が深夜間照明開始後36日目におけるハウレンソウの花茎長ならびに定植から抽だいまでの日数に及ぼす影響

薬剤処理	照明強度 (PPF)	花茎長 (cm)	抽だいまでの日数 (日)
GA_3	100	40.4 ± 3.0	19.5 ± 0.8
	10	44.5 ± 4.1	18.3 ± 0.8
	0	3.8 ± 0.5	32.4 ± 0.5
プロヘキサ	100	6.5 ± 1.4	30.9 ± 1.2
ジオンカル	10	5.1 ± 1.6	30.6 ± 1.2
シウム	0	0.0 ± 0.0	未抽だい
ウニコナ	100	0.0 ± 0.0	未抽だい
ゾール	10	2.4 ± 0.6	31.0 ± 1.8
	0	0.0 ± 0.0	未抽だい
対照区 (イオン交換水)	100	5.3 ± 1.6	30.7 ± 1.1
	10	8.6 ± 1.2	23.9 ± 1.7
	0	0.0 ± 0.0	未抽だい

z PPFの単位は $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ である。

y 数値はいずれも平均値±標準誤差である。

も19日前後で, 無補光区でも定植後32日目に抽だいたした。 GA 生合成阻害剤であるプロヘキサジオンカルシウム (PCa) 処理した場合, 弱光による照明区の抽だい迄日数が30日と強光照明区と同程度になった。一方, GA 生合成阻害剤であるウニコナゾール処理区 (Uni) では, 全体として抽だいが遅延し, 加えて弱光照明処理区よりも強光照明処理区で抽だいが遅れるという, 深夜間照明の光強度の影響を観察することができた。また, 草姿に関しても, ジベレリン処理を行った場合, 葉枚数が補光処理と同様に増加する傾向を示した (近藤ら, 2004; 表－2)。葉の角度は, GA_3 処理を行った場合, いずれの光強度深夜間照明処理においても植物体が立性を示し, ジベレリンを処理しなかった場合には, 強光強度下で低下した葉の角度がジベレリン処理によって増大した (表－2)。

内生ジベレリン含有量は, 深夜間照明の方法によって大きく変化した (Fukuda ら, 2006; 図－6)。活性型ジベレリン GA_1 の前駆体である

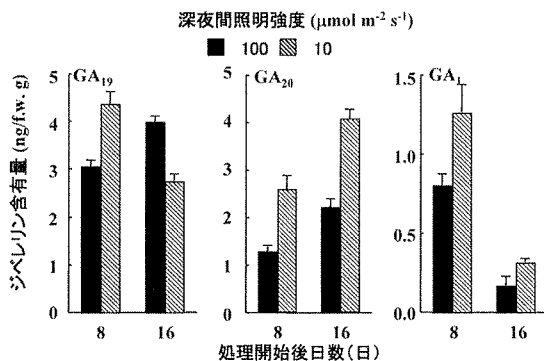


図-6 深夜間照明とその強度がハウレンソウの内生ジベレリン含有量に及ぼす影響。エラーバーは標準誤差を示す (n=3)。

GA₂₀の場合、弱光による深夜間照明下では、強光処理区の約2倍に、また、GA₁は弱光照明下で40%高くなった。

4. 深夜間照明の光環境条件とハウレンソウの形態形成および植物ホルモン

筆者らが行った実験では、光合成光補償点以下となる弱光による日長延長がもたらすハウレンソウの生育促進効果は、葉枚数の増加や草姿の立性化、葉柄の伸張に伴う受光効率の向上といった深夜間照明の間接的な作用である可能性が強いことが示唆された。Gasperら(1985)は、ハウレンソウの葉柄の伸長が、日長延長による葉柄のオーキシン感受性増大の結果促進されたことを報告している。しかしながら、筆者らがオーキシン外生処理を行った場合に、葉枚数の増加、葉柄の伸長促進効果といった成育反応との明確な関係を確認することができなかった。一方、ジベレリンについては、葉枚数の増加と葉角の変化にそれぞれ関与する結果が得られた。特に、低照度の夜間照明処理下において生じた、葉枚数増加や葉角の増大に関与した要因としては、ジベレリンの可能性が高いと考えられる。

深夜照明栽培の結果、いずれの処理区におい

ても抽だいが発生した。しかし、その程度は、品種、光質、光強度によって変化し、HPS光源下の強光強度条件の場合、抽だいが遅延するとともに花茎長が抑制された。これは、筆者らの研究により、強光強度照明下における、主として花芽分化の遅延に伴う抽だいの遅延が主要因であることが示された。

植物の花芽形成とオーキシンの関係が指摘されている(Gasperら, 1985)。これによると、長日植物の抽だいが進行する際、内生オーキシン濃度が一度低下した後、花芽分化が進行し、抽だいによる花茎の伸長とともにオーキシン濃度が上昇するとされている。本試験の結果、内生オーキシン濃度は、HPS・強光条件による深夜補光開始後、4日目に上昇し、8日目では4日目の段階よりも濃度が低下したものの対照区よりも濃度が高かった。Morreら(1998)やBellamineら(1993)は、内生オーキシン濃度が高いと長日植物の花芽分化が遅くなるとした。また、香川(1996)は、生育初期に外生オーキシン処理を行うことによりハウレンソウの抽だいが抑制されることを示し、花芽分化初期に処理したオーキシンは花芽分化について阻害的に作用するものであると考えた。一方、筆者らの研究では、補光開始直後に内生オーキシン濃度が上昇したものの、1m区と対照区ではオーキシン濃度に差はなく、外生オーキシン処理も、花芽に対して明確な影響を示さなかった。この結果から、強光による夜間照明下でのオーキシン濃度上昇は、花芽分化に限定的な阻害作用を示した可能性はあるものの、弱光の深夜間照明により花芽が大きく促進されたのはオーキシンとはまた別の要因であると推察された。

一方、抽だいに対するジベレリンの影響は明確であった。すなわち、ウニコナゾール(Uniや

プロヘキサジオンカルシウム (PCa) といったジベレリン生合成阻害剤は、弱光による深夜間照明処理下の抽だいを遅延させた一方で、外生ジベレリン処理は、強光強度条件下でも、弱光強度条件の深夜間照明と同様にホウレンソウの抽だいを促進させた。Zeevaart ら (1993) により、長日条件下において、ジベレリンがホウレンソウの茎伸長を促進する一方、ジベレリン生合成阻害剤が抑制することが示唆されている。筆者らの研究では、Uni処理下では、全体として抽だいが遅延したものの、深夜間照明の光強度による抽だい迄日数の差が観察された。一方、PCa処理下では、いずれの光強度でも強く抽だいが抑制され、ほぼ同程度の抽だい迄日数となった。Garcia-Martinez・Gil (2002) は、ジベレリンの生合成系において、光周期はGA20位酸化酵素が関与する反応に関係することを指摘している。筆者らの研究では、ホウレンソウの内生ジベレリン含有量の深夜間照明の光強度処理によ

る影響が、GA20含有量において強く観察されている。これらのことから、深夜間照明の光強度が抽だいまで日数に及ぼす影響は、GA20位酸化酵素反応との関係があるものと推察した (図-7)。すなわち、ジベレリン合成系の後期段階を抑制するPCa処理を行った場合に、抽だいに対する深夜間照明の光強度の影響が観察されなかったのは、このことが関係しているのであろう。これらの結果をまとめると、深夜間照明は基本的に抽だいを促進する一方、その程度は照射する光強度により左右され、弱い光で日長延長した場合は、ジベレリンの生合成を強く促進し、その結果として花芽分化や茎の伸長を促進され、反対に、強光強度で深夜間照明した場合、ジベレリン生合成への影響が少なく、弱光強度照明に比べて抽だいが遅延するものと考えられる。貝田ら (2005) は、ホウレンソウの花成について、青色光下では、赤色光下よりも抽だいが遅延し、花茎が短くなるとともに、GA20

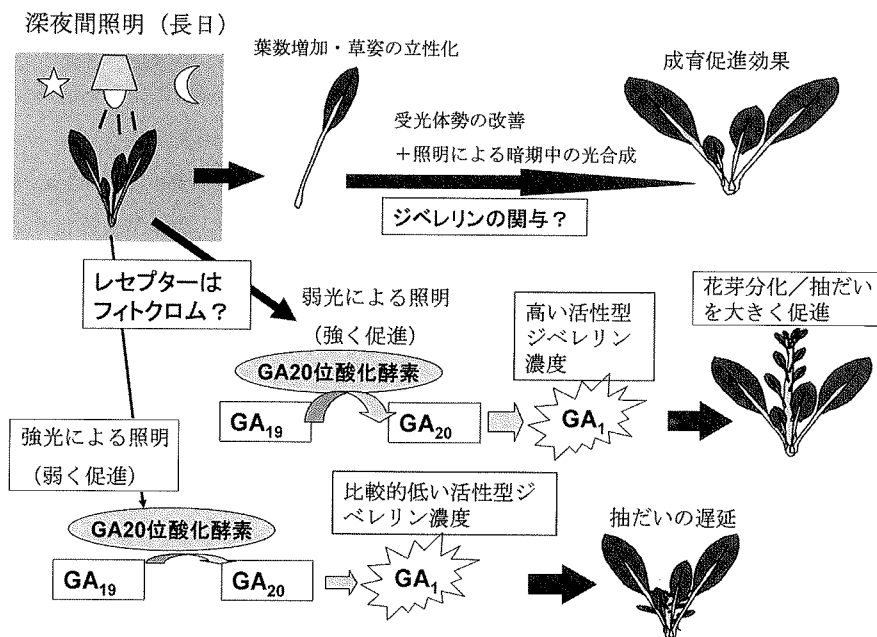


図-7 深夜間照明下において栽培したホウレンソウの育成と植物ホルモンの関係

位酸化酵素遺伝子の発現量が低下することを示唆している。筆者らの試験で示したように深夜間照明の光強度によってホウレンソウのGA₂₀やGA₁含有量が変化した。光環境と植物のジベレリン合成系との関係はGA₂₀位酸化酵素の遺伝子発現に広く関係しているのかもしれない。

深夜間照明は、ホウレンソウについて、照射中の光合成による影響だけでなく、日長延長による葉の構造変化によって大幅な生育促進をもたらした。しかし、ホウレンソウの場合、長日による生育促進効果が得られても抽だいという問題がある。夏季に行うホウレンソウの高冷地雨よけ栽培では、収穫時の調節の際、2cm以上抽だいたものを除外している。この場合、収穫可能な大きさである草丈20cmになるまで抽だいを抑制する必要がある。深夜間照明栽培についても同様に、収穫に十分な大きさである草丈20～30cmになるまで抽だいを抑制することは重要である。本試験の結果、高圧ナトリウムランプによる深夜間照明を少なくとも50 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上の光強度で補光することにより、16～20日間は品質に影響しない程度に抽だいを抑制できることが示された。定植後16～20日という期間は、深夜間照明による生育促進効果を考えると収穫可能な大きさに生育させるのに十分であると思われる。一方、貝田ら(2005)が示したように、青色光光源を深夜間照明の光源に利用することにより、抽だい促進の原因と考えられるジベレリンの上昇を抑え、抽だいを遅延しつつ成育促進をはかる技術を開発できる可能性もある。しかしながら、この場合、ジベレリン濃度の上昇に伴うと推察される草姿の変化がもたらす成育促進効果は期待できなくなるため、抽だいの抑制と低照度の光照明による成育促進効果の両立をはかるために、青

色光による光照射のタイミングなどを検討する必要があるだろう。

5. 引用文献

- Bellamine, J., C. Penel and H. Greppin. 1993. Proton pump and IAA sensitivity changes in spinach leaves during the flowering induction. *Plant Physiol. Biochem.*, 31: 197-203
- 江口庸雄・市川秀男. 1940. 菠薐草の花芽分化と抽台に関する研究. *園学雑.* 11:13-56
- 福田直也・川上牧子・池田英男・高柳謙治. 1995. 人工光源による深夜補光栽培がサラダナとシュンギクの収量ならびに品質に及ぼす影響. *園学雑.*, 64 別 1: 388-389
- Fukuda N., M. Kondo, S. Nishimura, M. Koshioka, S. Tanakadate, A. Ito and L.N. Mander. 2006. The role phytohormones in flowering and bolting of spinach (*Spinacia oleracea* L.) under mid-night lighting. *Acta Hort.*, 711:247-253
- Fukuda N., S. Nishimura and Y. Fumiki. 2004. Effect of supplemental lighting during the period from middle of night to morning on photosynthesis and leaf thickness of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and tsukena (*Brassica campestris* L.). *Acta Hort.*, 633:237-244
- 福田直也・吉田克弘・高柳謙治. 1999. 深夜電力を利用した補光がホウレンソウの生育に及ぼす影響. *園学雑.*, 68 別 1:256
- Garcia-Martinez, J. L. and J. Gil. 2002. Light regulation of gibberellin biosynthesis and mode of action. *J. Plant Growth Regul.*, 20: 354-368
- Gasper, T., C. Penel, C. Roduit, C. Moncousin

- and H. Greppin. 1985. The role of auxin level and sensitivity floral induction. Biol. Plant., 27:325-329
- 貝田亜未・後藤英司・古在豊樹. 2005. 光質がホウレンソウの花茎におけるジベレリン酸化酵素遺伝子の発現量に及ぼす影響. 農業環境工学関連7学会 2005 年合同大会講演要旨集: 568
- 香川 章. 1996. III 花芽分化と抽台の生理. 農業技術体系野菜編. ホウレンソウ基礎編 p21-30. 農山漁村文化協会. 東京
- 近藤雅俊・福田直也・大久保直美・中山真義・腰岡政二・西村繁夫. 2004. 日長延長を伴う補光がホウレンソウの成育およびジベレリン内生量, 感受性に及ぼす影響. 園学雑., 73 別 2:418
- Morre, D., D. M. Morre, C. Penel and H. Greppin. 1998. Auxin-modulated protein disulfide-thiol interchange activity from plasma membranes of spinach leaves responds to photoperiod and NADH. INT. J. Plant Sci., 159:105-109
- 成松次郎・法月靖生. 1992. ホウレンソウの補光栽培に関する研究 (第1報) 光の強さが生育に及ぼす影響. 園学雑., 61 別 1:266-267
- 成松次郎・法月靖生. 1993. ホウレンソウの補光栽培に関する研究 (第2報) 白熱ランプによる照度が生育に及ぼす影響. 園学雑., 62 別 1: 240-241
- 関山哲雄・岡野利明・星岳彦・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ホウレンソウの栽培試験. 電力中央研究所報 485031:1-40
- 高尾保之. 1996. ホウレンソウにおける夜間照明の影響と対策. 園芸新知識, 5:27-30
- Zeevart, J. A. D., D. A. Gage and M. Talon. 1993. Gibberellin A1 is required for stem elongation in spinach. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 90:7401-7405

シリーズ食農学①

イネ・米・ごはん



新刊

佐合隆一・飯島和子・飯島朝子／著 A5判 120頁 定価2,415円(税込)

あいつく食品偽装問題は、ついに米にまで及んだ。生命を支える最も大切な「食」が今、危機にさらされている。消費者にとっては自分たちの食べているものの正体がわからず、不安感ばかりが募っている。今こそ「農」の立場から消費者に対して正しい基礎知識を情報として発信する必要がある。農と食をつなぐ食農学シリーズの第1弾は主食である米。イネという植物、米という穀物、そしてごはんという食物を俯瞰する。

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-27-11
TEL03-3839-9160 FAX03-3839-9172

<http://www.zennokyo.co.jp>