

ハウレンソウの生育と内生ジベレリン活性に及ぼす 近紫外線除去の影響

龍, 明華
九州大学農学部園芸学教室

大久保, 敬
九州大学農学部園芸学教室

藤枝, 國光
九州大学農学部附属農場

<https://doi.org/10.15017/22260>

出版情報：九州大學農學部學藝雜誌. 42 (3/4), pp.157-162, 1988-03. 九州大學農學部
バージョン：
権利関係：

ホウレンソウの生育と内生ジベレリン活性に 及ぼす近紫外線除去の影響

龍 明 華・大久保 敬
藤 枝 國 光*

九州大学農学部園芸学教室
(1987年11月30日 受理)

Effects of Near-ultraviolet Elimination on Growth and Endogenous Gibberellin Activities in Spinach

MING HUA LONG, HIROSHI OKUBO
and KUNIMITSU FUJIEDA*

Laboratory of Horticultural Science, Faculty of Agriculture,
Kyushu University 46-01, Fukuoka 812

緒 言

ホウレンソウは生育適温が15~20°Cの低温性作物である(熊澤・大和, 1970)。低温には強いが耐暑性は弱く、従来夏播き栽培は北海道など一部の冷涼地に限られていた。近年になつて消費の周年化がすすみ、夏秋期に高値市況が続いているため、夏播き栽培は各地で行われるようになった。晩抽性早生品種を用いた雨除け栽培がそれを可能にしているが、依然として適地は限られ、栽培が難しく、安定生産技術の確立が待たれている。

一方、夏播きホウレンソウの雨除け栽培で、近紫外線除去フィルムの生育促進効果が報告された(遠山ら, 1987b)。また立枯れ性病害の発生を抑制し、高品化率を高めたという現地からの報告もあり、近紫外線除去フィルムは夏播きホウレンソウの生産安定をもたらす被覆資材として興味深い。本試験はホウレンソウの土耕栽培と砂栽培で、近紫外線除去フィルムの生育促進効果を確認し、またそれらの内生ジベレリン活性を調べ、生育促進効果の作用機作を考察したものである。

材料および方法

九州大学農学部附属農場の土耕ハウスと砂栽培ハウ

スに、タキイ交配‘おかめ’を1987年7月25日に播種して試験した。供試ハウスはいずれも間口5.4m、長さ14mの東西棟パイプハウスで、屋根の西半分には三菱化成ビニル社製の‘ムラサキエース’(UVE)を、東半分には同じく‘ノービエース’(UVT)を展張した。‘ノービエース’は300nm以下の紫外線を透過しない普通農業用ビニルで、‘ムラサキエース’は370nm以下の紫外線も殆ど透過しない、いわゆる紫外線除去フィルムである(Fig. 1)。なお、屋根の内張りと側壁には白寒冷紗300番を展張した。

土耕栽培の土壌は緑泥岩質の赤色粘質土で、施肥量は窒素、リン酸、加里とも11.2g/m²とし、高度化成肥料を用い、全量元肥で施した。砂栽培はサンドポニク方式を用い、住友液肥複合肥料(ミネラップ)の希釈液(EC 1.3)で肥培した。

9月7日に収穫し、生体重、葉長、葉数、乾物重およびクロロフィル含量を測定した。内生ジベレリン活性の測定は生育が最も旺盛であつた8月31日と収穫日の9月7日に行つた。また生育期間中、深さ5cmの位置における地中温度を測定した。

クロロフィル含量はSmith and Benitez (1955)の方法を参考に、3.25cm²の葉に5mlのメタノールを加え、5°C暗黒下で48時間抽出した後、得られた抽出液の654nmにおける吸光度を日立124型分光光度計で測定し、次式により求めた。

*九州大学農学部附属農場

*University Farm, Faculty of Agriculture, Kyushu University 46-10, Kasuya-machi, Fukuoka 811-23.

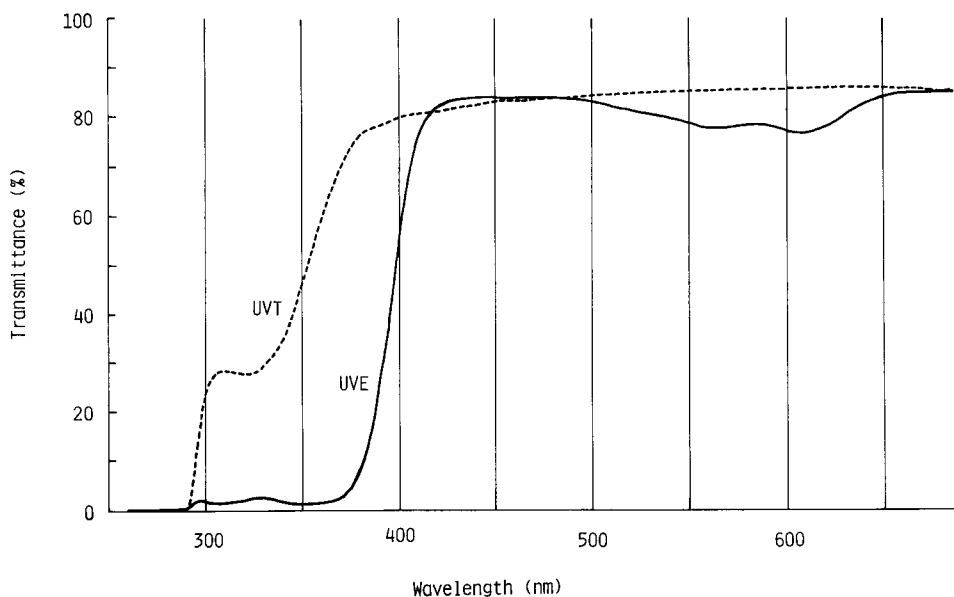


Fig. 1. Spectral transmittance of near-ultraviolet eliminating polyvinyl chloride film (UVE) and near-ultraviolet transmitting polyvinyl chloride film (UVT).

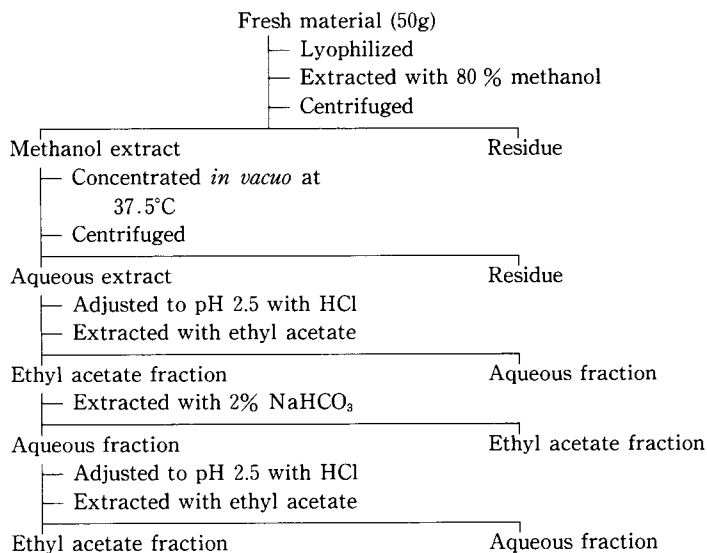


Fig. 2. Procedures for the extraction of endogenous gibberellins in spinach plants.

$$C = \frac{O.D.}{\epsilon}$$

ただし、 C = クロロフィル含量、 $O.D.$ = 吸光度、 $\epsilon = 7.4 \times 10^4$ である。

内生ジベレリン活性の測定は、根および枯れ葉を除いた生体重 50 g を供試して行つた。採取・調整後直ち

に凍結乾燥し、Fig. 2 に示した方法で抽出した。得られた酢酸エチル可溶性分画を極少量のエタノールに溶かして 20×20 cm の東洋ろ紙 No. 51B に添着し、イソプロパノール：アンモニア：水 = 10 : 1 : 1 (v/v/v) の展開溶媒を用いて上昇法によるクロマトグラフィーを行つた。風乾後、 R_f 値 (0.1 単位) ごとに 11 等分

し、それらの活性を矮性イネ '短銀坊主' を用いた第2葉鞘伸長試験生物検定法により測定した。

結 果

ホウレンソウは近紫外線除去フィルム区で葉数がふえ、葉長が長くなり、生育が促進された (Fig. 3)。その傾向は土耕より砂栽培において顕著で、収穫時の株当たり生体重は近紫外線除去フィルム区が72%もまさっていた (Table 1)。しかし乾物率は土耕、砂栽培とも普通農業用ビニル区が近紫外線除去フィルム区よりまさり (Table 2)、株当たり乾物重は砂栽培では後

者が46%増であつたが、土耕栽培では差が認められなかつた。クロロフィル含有量は生長の著しかつた砂栽培近紫外線除去フィルム区がやや少ない傾向を示した (Table 3)。

なお、栽培期間中は例年になく曇雨天が続き、日照が少なかつた。地温も顕著に高くならず (Table 4)、そのためか立枯れ性病害は殆ど発生しなかつた。最高地温は土耕、砂栽培とも近紫外線除去フィルム区でわずかに低く、最低地温については差異が認められなかつた。

葉中のジベレリン活性のヒストグラムは Fig. 4 の

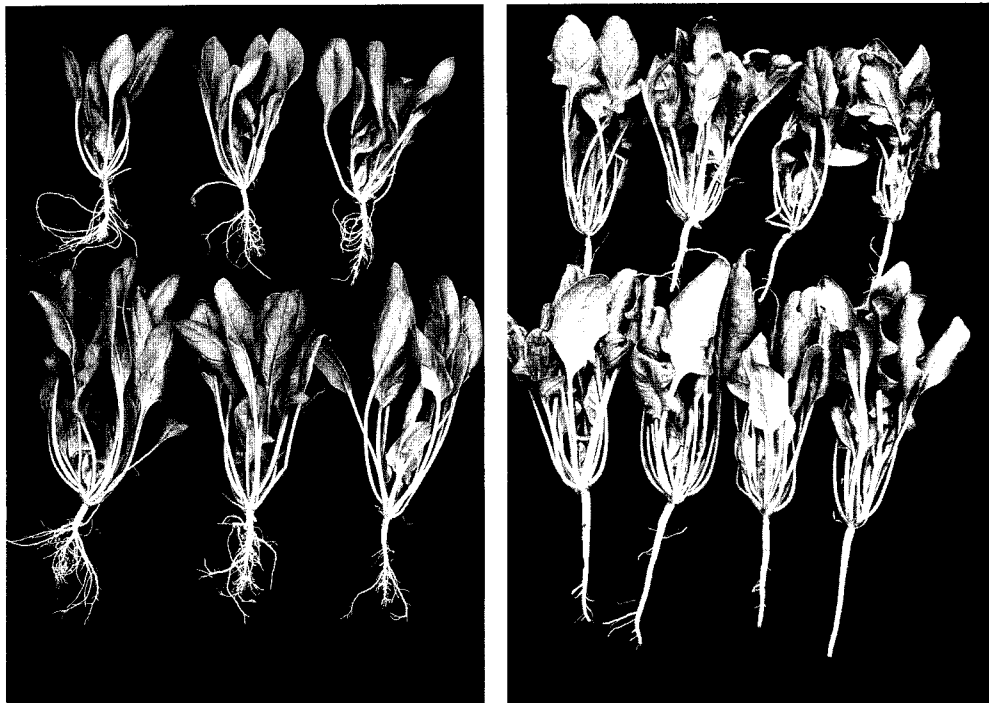


Fig. 3. Spinach plants grown under UVE (lower) and UVT (upper) in sand culture (left) and soil culture (right). UVE, UVT ; see Fig. 1.

Table 1. Growth of spinach plants grown under UVE and UVT polyvinyl chloride films.

Media	Film	Plant weight (g)	Leaf Length (cm)	Number of leaves
Sand	UVE	14.8±4.12*	20.1±1.48	19.6±3.10
	UVT	8.6±2.03	18.0±1.52	16.2±2.42
Soil	UVE	13.7±5.61	18.9±1.42	20.1±3.40
	UVT	12.0±3.92	16.5±2.34	17.8±3.19

*Mean ± SE

UVE, UVT ; see Fig. 1.

Table 2. Dry weight of spinach plants grown under UVE and UVT polyvinyl chloride films.

Medium	Film	g/100g fresh weight
Sand	UVE	9.62
	UVT	10.18
Soil	UVE	10.01
	UVT	11.41

UVE, UVT ; see Fig. 1.

Table 3. Chlorophyll content in spinach plants grown under UVE and UVT polyvinyl chloride films.

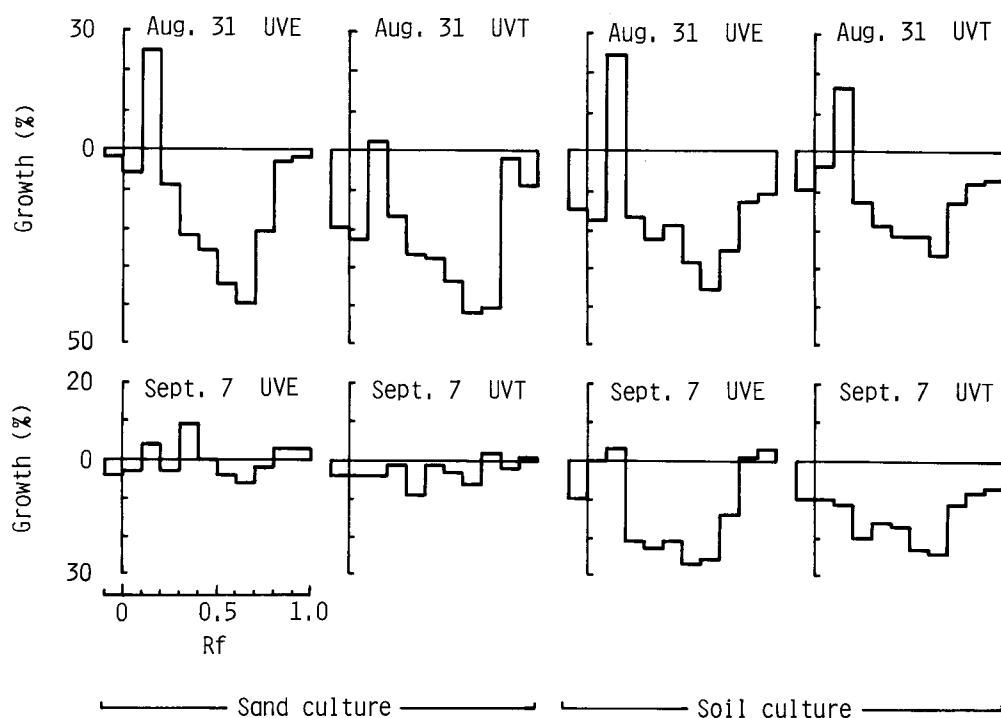
Medium	Film	g/cm ²	g/g
Sand	UVE	3.40677×10^{-3}	0.1018
	UVT	3.85446×10^{-3}	0.1074
Soil	UVE	3.82400×10^{-3}	0.1057
	UVT	3.85446×10^{-3}	0.1145

UVE, UVT ; see Fig. 1.

Table 4. Medium temperatures under UVE and UVT polyvinyl chloride films during the growth of spinach plants.

	Medium	Film	July		August		September	
			Late	Early	Middle	Late	Early	
Maximum	Sand	UVE	35.6	31.2	29.9	28.9	28.5	
		UVT	36.5	31.7	30.9	29.2	30.2	
	Soil	UVE	36.3	30.9	28.8	28.1	28.4	
		UVT	36.3	30.9	28.8	29.0	29.6	
Minimum	Sand	UVE	26.9	21.5	22.5	21.2	20.5	
		UVT	26.9	21.5	22.5	21.2	20.5	
	Soil	UVE	30.4	23.8	25.1	23.1	24.0	
		UVT	30.4	23.8	25.1	22.8	23.2	

UVE, UVT ; see Fig. 1.

**Fig. 4.** Histograms of gibberellin activities after paper chromatography of the ethyl acetate extracts from spinach plants grown under UVE and UVT. Activities in dwarf rice seedling tests are expressed as % of the control. UVE, UVT ; see Fig. 1.

とおりである。旺盛な生育に転じた8月31日にはクロマトグラムの R_f 値 0.1~0.2 の位置に強いジベレリン活性が認められ、土耕、砂栽培とも紫外線除去フィルム区の活性が普通農業用ビニル区に比べて強かつた。収穫した9月7日には、総じてジベレリン活性は弱まっていたが、それでも紫外線除去フィルム区の活性が普通農業用ビニル区に勝る傾向が認められた。

考 察

Klein (1978) の総説にみられるように、近紫外線は植物の生育に概して抑制的で、近紫外線を除去すると多くの植物はその生育が促進される。園芸作物でも、キュウリ、トマト、ナス、ピーマン、キクなどで近紫外線除去による生長促進効果が報告されている (Nilsen, 1971; 中村ら, 1980; 樋口ら, 1982; 赤穂ら, 1984)。

夏どりホウレンソウについては、遠山ら (1987 a, b) が普通農業用ビニルに比べ、近紫外線除去フィルムは13%の増収効果をもたらした試験例を報告している。この場合、気象環境への影響は軽微で、近紫外線除去フィルムの増収効果は温度や日照量からは説明できないと考察している。本試験のホウレンソウの生育反応も同様で、地温、気温に殆ど差異が認められないのに、近紫外線除去フィルム区で著しく生育が促進された。

近紫外線除去フィルム被覆下では内生ジベレリン活性が普通農業用ビニル下よりも強まることはキュウリ (中村ら, 1980)、キク (樋口ら, 1982) で報告されており、著者ら (未発表) もワケギでそのことを認めている。

ジベレリンが植物の茎および葉の伸長促進作用を示すことは内生的にも外生的にも広く認められている事実である。ホウレンソウにおいても、外与のジベレリン処理が生育を促進し、増収をもたらすことが明らかにされている (北野ら, 1960; 久保・示野, 1961)。本試験では、ホウレンソウの生育が最も旺盛な時期に強いジベレリン活性があり、被覆資材の違いによる活性の差が、そのまま収量差となつて現われた。近紫外線除去フィルムによるホウレンソウの生育促進は内生ジベレリン活性の高まりを介して現われる反応と思われる。

一方、近紫外線照射は植物によつて反応が異なるが、概して光合成能を低下させる (Van *et al.*, 1976)。本試験の紫外線除去フィルム区のホウレンソウは、個体当たりの乾物重が普通農業用ビニル区に比べ、砂栽培では大きく、土耕栽培では大差がなかつたが、乾物率

がともにやや低い傾向を示した。赤穂ら (1984) がキュウリなどで認めているように、近紫外線除去フィルムは光合成速度を増加させるのではなく、葉面積の拡大を通じて個体の光合成を増し、生育促進に寄与しているのであろう。近紫外線除去によつて光合成能が高まり、それによる直接的な生育促進とは考えにくい。

ジベレリンのペーパークロマトグラフィーでは、アンモニアを含む展開溶媒を用いた場合、結合しているカルボキシル基の数が多いジベレリンほど低い R_f 値に位置する (Yokota *et al.*, 1980)。また、炭素数19のジベレリンに比べ炭素数20のジベレリンは一般に生理活性が弱いと、とくに C_{10} カルボキシル基を有するジベレリンは伸長促進効果がほとんどないことが知られている (高橋ら, 1981)。

Metzger and Zeevarrt (1980) は GC-MS の手法を用いてホウレンソウに含まれるジベレリン6種類を同定し、その中で主要なジベレリンは GA_{17} 、 GA_{19} および GA_{20} であることを報告している。 GA_{20} はカルボキシル基を1個しか有しない C_{19} ジベレリンであること、 GA_{17} は C_{10} カルボキシル基を有すること、および GA_{19} は C_{20} ジベレリンではあるが C_{10} カルボキシル基を持たず、矮性イネ '短銀坊主' に対する伸長促進効果が強いこと (高橋ら, 1981) などを考え合わせると、本試験においてクロマトグラムの R_f 値 0.1~0.2 に検出されたジベレリンは GA_{19} であろうと推測される。

要 約

ホウレンソウの夏播栽培で、近紫外線除去ビニル被覆と一般農業用ビニル被覆とを対比し、ホウレンソウの生育反応ならびに内生ジベレリン活性を調査した。ホウレンソウは近紫外線除去ビニル被覆下で生育が著しく促進され、収量が高まつた。また、生育最盛期の内生ジベレリン活性は普通農業用ビニル被覆下より近紫外線除去ビニル被覆下で強かつた。このこととホウレンソウの生育促進効果との密接な関係が示唆された。

文 献

- 赤穂逸雄・松崎昭夫・角田公正 1984 近紫外線除去フィルム被覆が果菜類の光合成に及ぼす影響。園芸学会昭和59年度春季大会研究発表要旨, 266-267
- 樋口茂四郎・大久保敬・上本俊平 1982 キクの生育及び内生ジベレリンの消長に及ぼす近紫外線除去フィルムの影響。園芸学会九州支部第22回大会研究発表要旨, 77
- 北野辰行・藤村 良・森 俊人・青木喜昭 1960 園芸作物におけるジベレリンの利用 (第5報) ホウ

- レンソウおよびシュンギクに対する出荷調整剤と L での効果, 兵庫県農業試験場研究報告, 8 : 46-49
- Klein, R. M. 1978 Palnts and near ultraviolet radiation. *Bot. Rev.*, 44: 1-127
- 久保重夫・示野邦郎 1961 ほうれん草に対するジベレリンの効果 (第 1 報) ジベレリンと葉面撒布肥料の併用効果, 農業及園芸, 36 : 411-412
- 熊澤三郎・大和茂八 1970 柔菜 ホウレンソウ. 熊澤ら編: 蔬菜園芸各論, 養賢堂, 東京, 492-494 頁
- Metzger, J. D. and J. A. D. Zeevaart 1980 Identification of six endogenous gibberellins in spinach shoots. *Plant Physiol.*, 65 : 623-626
- 中村 浩・清水達夫・土田政行・山田英一 1980 近紫外線除去フィルム被覆がキュウリの生長と me 生長調節物質に及ぼす影響. 野菜試験場報告, A7 : 77-85
- Nilsen, K. N. 1971 Plant responses to near-ultraviolet light. *HortSci.*, 6 : 26-29
- Smith, J. H. C. and A. Benitez 1955 Chlorophylls: analysis in plant materials. In "Modern Methods of Plant Analysis", Vol. 4, ed. by K. Paech and M. V. Tracey, Springer-Verlag, Berlin, pp. 142-196
- 高橋信孝・丸茂晋吾・大岳 望 1981 生理活性天然物化学, 第 2 版. 東京大学出版会, 東京
- 遠山 征雄・竹内芳親・中西保太郎・山田 強 1987 a 夏どりホウレンソウに関する研究 (第 1 報) 被覆資材と気象環境. 鳥取大砂丘研報, 26 : 39-48
- 遠山 征雄・竹内芳親・山田 強・中西保太郎 1987 b 夏どりホウレンソウに関する研究 (第 2 報) 気象環境と収量. 鳥取大砂丘研報, 26 : 49-57
- Van, T. K., L. A. Garrard and S. H. West 1976 Effects of UV-B radiation on net photosynthesis of some crop plants. *Crop Sci.*, 16 : 715-718
- Yokota, T., N. Murofushi and N. Takahashi 1980 Extraction, purification, and identification. In "Hormonal Regulation of Development I, Encyclopedia of Plant Physiology New Series", Vol. 9, ed. by J. MacMillan, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 113-201

Summary

Growth and endogenous gibberellin activities of spinach in summer cropping under near-ultraviolet eliminating polyvinyl chloride films (UVE) were examined in comparison with those under near-ultraviolet transmitting polyvinyl chloride films (UVT). Growth was more vigorous and the yield was higher under UVE than under UVT. Endogenous gibberellin activities were also higher under UVE than those under UVT at the period of active growth of the plants. The close relationship between the increase in gibberellin activities and the enhancement of the spinach growth under UVE was indicated.