HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	リンゴ果実の着色に関する研究 : 第２報 アントシアニン生成に及ぼす生長調節物質の影響と果実の発育段階について
Author(s)	増田, 哲男; 今河, 茂; 田村, 勉
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 12(2), 115-123
Issue Date	1980-10-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11945
Type	departmental bulletin paper
File Information	12(2)_p115-123.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

リンゴ果実の着色に関する研究

第2報　アントシアニン生成に及ぼす生長調節物質の影響と果実の発育段階について

増田哲男・今河　茂・田村　勉
(北海道大学農学部果樹蔬菜園芸学教室)

(昭和55年4月28日受理)

Studies on the Colouration of Apple Fruit

II. Relation between effect of growth regulators on anthocyanin formation and growth stage of fruit

Tetsuo MASUDA, Shigeru IMAKAWA
and Tsutomu TAMURA
(Department of Horticulture, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

緒　言

アントシアニン生成に及ぼす生長調節物質の影響については，多くの報告があり，対象となる器官あるいは組織によって異なる結果を生ずることが知られている。すなわち，ホウセンカの花弁[14]，リンゴ果肉カルス[13]，リンゴ[20,21]，アンズ[5]およびオリーブ[22,23]の果実などではオーキシンによって，ウキクサ[24]，リンゴ果肉カルス[13]，オリーブの果実[22,23]などではサイトカイニンによって，また，リンゴ[12,16,17,20]，ブドウ[4]およびオウトウ[21]の果実などではCEPA ((2-chloroethyl) phosphonic acid)によってアントシアニン生成が促進される。

リンゴに関するこの種の報告の多くは，実際栽培の実用化試験の結果であり，果実の発育程度の差による生長調節物質のアントシアニン生成に対する感応に関して検討した報告は極めて少ない。そこで，筆者らは，リンゴ果実の着色に関する基礎的研究の一環として，アントシアニン生成について果皮切片および採取した一個体の果実を用いた場合の実験方法の違いと生長調節物質の影響について比較検討した。さらに，第1報[19]で報告したのと同一の方法で果実の発育程度を把握しながら，アントシアニン生成に及ぼす生長調節物質の影響と果実の発育段階との関係について検討を加えたのでここに報告する。

材料および方法

供試材料は，北海道大学農学部附属農場余市果樹園および余市町美園町阿部光男氏果樹園のスターキングデリシャスおよび旭の2品種である。いずれも果実の着色を防ぐため，あらかじめ新聞紙袋をかけておき所定の時期に採取し実験に供した。なお，樹上における2, 4, 5-TPおよびGA処理の実験では，無袋の果実に処理した。

(1) **果皮切片を用いた実験**：果実を中性洗剤で洗った後，コルクボーラーと安全カミソリで直径11 mm，厚さ約1 mmの果皮切片を調製した。切り取った果皮切片は，0.3 M スクロース溶液で2回洗った後，さらに流水で1時間洗浄した。次に，直径9 cmのシャーレにろ紙を敷き，0.3 M スクロース溶液10 mℓを入れ，これに果皮切片20個を入れた。このシャーレを20°C, 4,000 lx (昼光色蛍光灯)の下に置き，アントシアニンを生成させた。生長調節物質は所定の濃度になるように，このスクロース溶液に添加した。各試験区はシャーレ5個ずつとした。アントシアニンの抽出・測定は前記のシャーレ1個分の切片を1単位として，1%塩酸メタノール50 mℓで，0°C暗所において24時間抽出後，分光光度計を用い535 nmにおける吸光度を測定した。

(2) **採取した一個体の果実を用いた実験**：生長調節物質の処理は，界面活性剤としてTween 20を0.05%添加した生長調節物質の溶液に20～30秒間しんしした後，風乾し20°C, 4,000 lx (昼光色蛍光灯)のもとで7日間照明した。各試験区は，1区15個体とした。アントシアニンの抽出・測定は，各々の果実の最もよく着色した部分からコルクボーラーで直径11 mmの果皮切片4個

Table 1. Treatment date of 2, 4, 5-TP and GA on the tree (McIntosh)

Growth stage of fruit	Treatment date 1976	1977
1. Before the peak of phase 1	July. 19	July. 20
2. At the peak of phase 1	Aug. 8	Aug. 9
3. Immediately following the peak of phase 1	18	19
4. In the stage between the peak of phase 1 and the peak of phase 2	28	29
5. After the peak of phase 2	Sept. 13	Sept. 16

を採取し，これを前述の方法で抽出し，測定した。

(3) 樹上における果実に対する処理実験：2, 4, 5-TPは少量のアルコールに溶解した後蒸留水で希釈し，GAは直接蒸留水で溶解して使用した。その際，界面活性剤としてTween 20を0.05%添加した。試験区は，各区50個体とし，果実および周辺の葉に薬液を散布した。処理時期は，第1報で報告した果実の10日間あたりの容積増加量からみた果実の発育段階に対応させ，5期に分けて処理した。詳細はTable 1に示す通りである。

アントシアニン生成量の調査は，アントシアニン濃度と着色面積の2通りの方法で行なった。アントシアニンの抽出・測定は，各々の果実の全体からコルクボーラーで直径11 mmの果皮切片4個を採取し，これを前述の方法で抽出し，測定した。果実の着色面積の測定は肉眼の観察によった。

(4) 樹上における処理果の特性調査：各区とも，15個の果実を供試し，重量，硬度，糖度および酸度を測定した。硬度はマグネステーラー硬度計を用い，果実1個あたり2か所について測定した。糖度は0～15度の糖用屈折計で，酸度は果汁5 mℓに対する0.1N NaOHの滴定値で示した。

結　果

実験 1. アントシアニン生成に及ぼす生長調節物質の影響

(i) スターキングデリシャスの果皮切片を用いて，アントシアニン生成に及ぼす生長調節物質の影響を調べた結果は，Table 2のとおりである。GA, ABA, およびCEPAのアントシアニン生成に対する影響は認められなかった。一方，NAA, 2, 4, 5-TPおよびBAは，アントシアニン生成を促進し，その効果は2, 4, 5-TPでは0.01～1.0 ppm, NAAおよびBAでは0.01～100 ppmの範囲で，濃度が高い程大きかった。また，2, 4, 5-TP 100 ppmの場合，果皮切片が障害を起こしアントシアニンの測定はできなかった。

(ii) スターキングデリシャスの採取した一個体の果実を用いて，アントシアニン生成に及ぼす生長調節物質の影響について調べた結果をFig. 1に示した。NAAおよびCEPAは果実のアントシアニン生成を著しく促進した。また，その効果はCEPAのほうが大きく，NAA

Table 2. Effect of growth regulators on anthocyanin formation in the peel disk (Starking Delicious). Samples were picked at Aug. 3

concentration	Anthocyanin (A_{535}) NAA*	2, 4, 5-TP*	GA**	BA**	ABA**	CEPA**
0 ppm	0.216	0.216	0.063	0.050	0.053	0.053
0.01	0.226	0.267	0.076	0.059	0.053	0.045
0.1	0.295	0.315	0.078	0.076	0.056	0.036
1.0	0.466	0.494	0.075	0.089	0.077	0.038
10.0	0.578	0.483	0.076	0.102	0.065	0.042
100.0	0.746	***	0.077	0.116	0.038	0.033

*, ** Anthocyanin formation was determined after 120 hr (*) and 60 hr (**) irradiation.
*** Peel disks were injured.

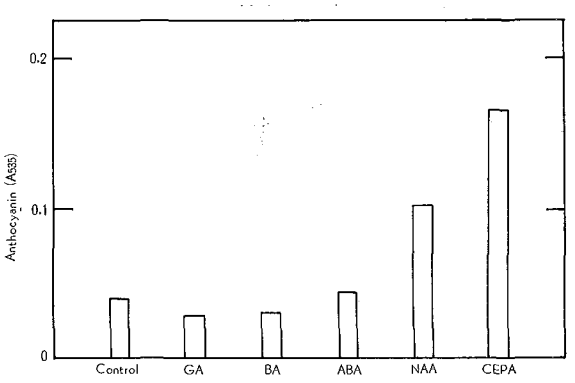

Fig. 1. Effect of growth regulators on anthocyanin formation in detached whole fruit (Starking Delicious). Fruit were irradiated for 7 days at 20°C, 4,000 lx. Samples were picked at Sept 12. All growth regulators at 10^{-4} M.

の約1.5倍であった。しかし，BA, GA, および ABA のアントシアニン生成に及ぼす影響は認められなかった。

実験 2. アントシアニン生成に及ぼす生長調節物質の影響と果実の発育段階

(i) 旭の採取した一個体の果実を用いて行った実験結果を Fig. 2 に示した。8月13日および23日の採取果において，NAA および CEPA はアントシアニン生成を著しく促進したが，GA, BA, および ABA の影響は認められなかった。また，8月3日，9月2日および12日の採取果では，いずれの生長調節物質もアントシアニン生成に対する影響は認められなかった。9月22日の採取果では GA によって，また，10月2日の採取果では GA および CEPA によりかえって抑制される傾向が認められた。

(ii) 旭の樹上におけるアントシアニン生成に及ぼす GA および 2, 4, 5-TP 処理の影響についての結果を Fig. 3, Fig. 4 に示した。アントシアニン生成に及ぼす GA の影響は，1976年および1977年ともに認められなかった。しかし，2, 4, 5-TP はアントシアニン生成を著しく促進し，1976年では8月18日，次いで8月28日に，1977年では8月29日，次いで8月19日に処理した場合にその促進効果が最も大きかった。果実の着色面積でみた場合も，アントシアニン濃度と同様な結果を示した。その前後に 2, 4, 5-TP 処理をした場合，すなわち，7月19日 (20日)，8月8日 (9日) および9月13日 (16日) では，処理の影響は認められなかった (カッコ外は1976年，内は1977年の月日)。

次に，採取した一個体の果実を用いた場合の NAA および CEPA によるアントシアニンの生成促進の認められる採取時期，および樹上の果実に 2, 4, 5-TP を処理してアントシアニン生成が促進される時期と果実の発育段階との関係についてみると，次のことが言える。すなわち，いずれの場合も果実の生長の第1相のピーク直後

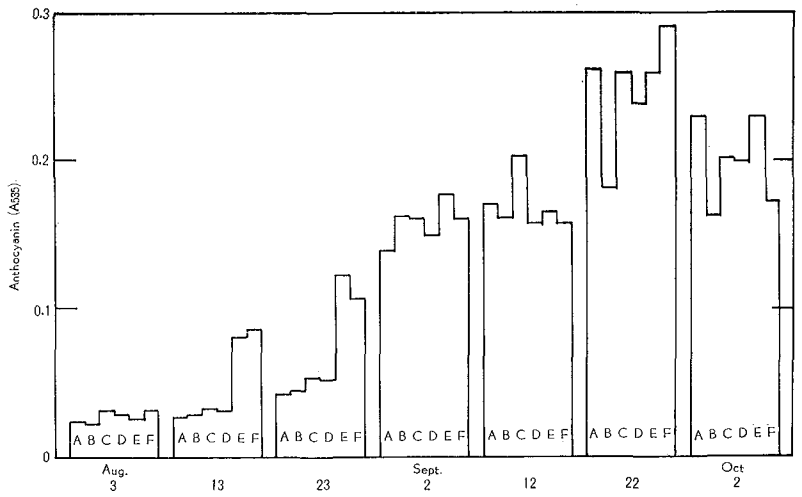

Fig. 2. Relation between growth regulators and growth stage on anthocyanin formation in detached whole fruit (McIntosh). Fruit were irradiated for 7 days at 20°C, 4,000 lx. All growth regulators at 10^{-4} M. A: Control, B: GA, C: BA, D: ABA, E: NAA, F: CEPA.

から，第1相のピークと第2相のピークの中間の時期までの期間において，アントシアニン生成の著しい促進効果がみられる (Fig. 2, Fig. 4 および Fig. 5)。

果実の特性に及ぼす GA および 2, 4, 5-TP の影響について Table 3 および Table 4 に示した。GA 処理の場合，硬度および糖度のどちらも差はみられなかったが，酸度はいずれの処理区も対照区より高い値を示した。2, 4, 5-TP 処理の場合，糖度については差がみられなかったが，硬度においては8月19日および29日に酸度では8月19日～9月16日に処理した場合低い値を示した。

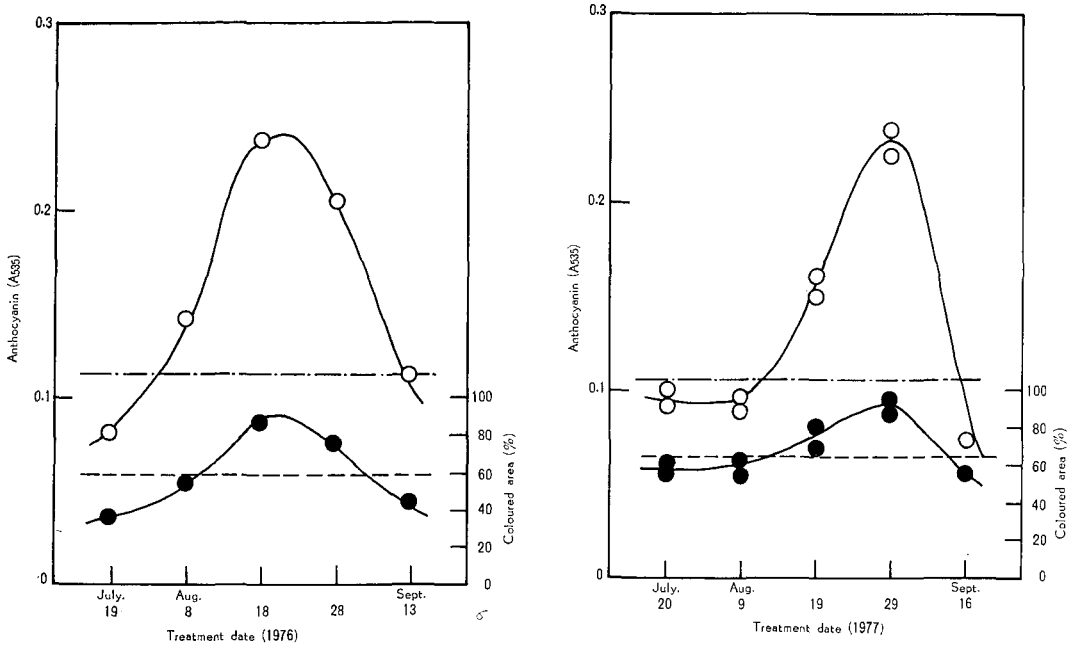

Fig. 3. Effect of 2, 4, 5-TP on anthocyanin formation on the tree (McIntosh). 2, 4, 5-TP at 10^{-4}M. Open circles: anthocyanin, Closed circles: coloured area of fruit surface, Chain line: control of anthocyanin, Broken line: control of coloured area of fruit surface.

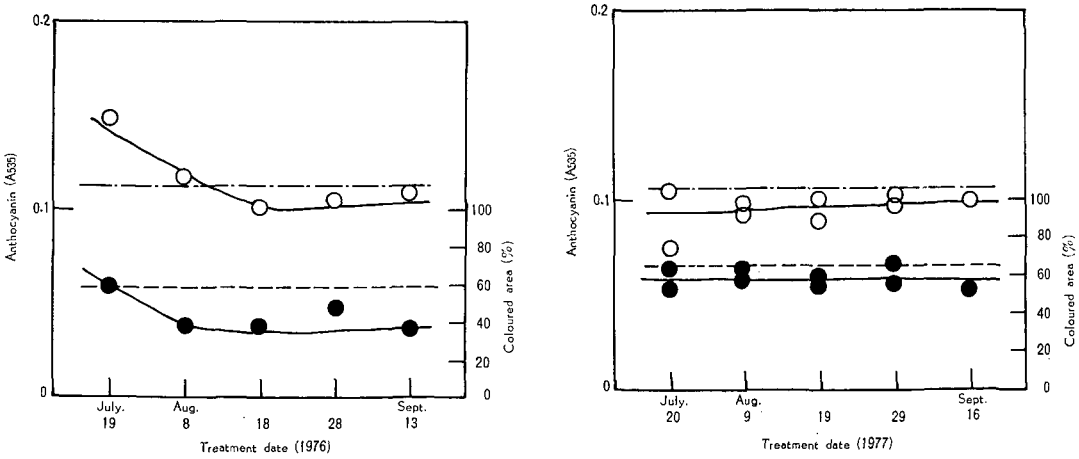

Fig. 4. Effect of GA on anthocyanin formation on the tree (McIntosh). GA at 10^{-3}M. Open circles: anthocyanin; Closed circles: coloured area of fruit surface, Chain line: control of anthocyanin, Broken line: control of coloured area of fruit surface.

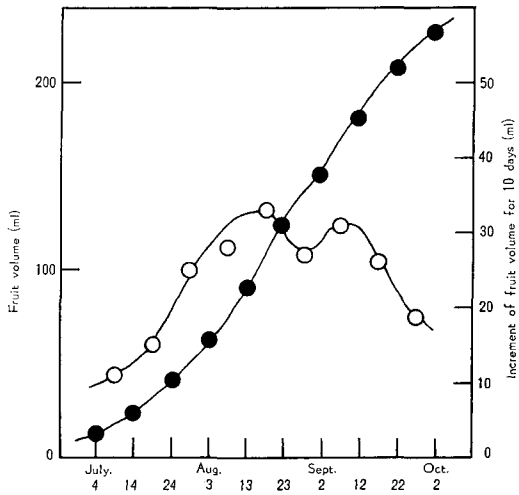

Fig. 5. Growth of McIntosh apple fruit during the growing season on the tree (1975). Closed circles: fruit volume, Open circles: increment of fruit volume for 10 days.

Table 3. Effect of 2, 4, 5-TP on fruit property

Treatment date	No. of sample	Weight (g)	Flesh[(1)] firmness (kg)	Soluble[(2)] solids (%)	Acidity[(3)] (mℓ)
Control	A 15	195	10.3	11.5	5.80
	B 15	214	9.7	11.1	6.60
July, 20	A 15	166	9.3	11.8	6.01
	B 15	238	8.2	10.4	6.30
Aug. 9	A 15	212	10.4	12.0	7.07
	B 15	206	10.0	11.0	6.80
19	A 15	200	9.4	10.8	4.91
	B 15	226	9.1	10.9	5.05
29	A 15	190	8.9	11.5	5.21
	B 15	182	8.2	10.9	5.06
Sept. 16	A 15	198	10.1	10.9	5.00
	B —	—	—	—	—

(1) Flesh firmness: mesured with a Magness-taylor pressure tester (11.0 mm head).
(2) Soluble solids: mesured with a hand refractometer.
(3) Acidity: titrated values by 0.1 N NaOH for fruit juice of 5 mℓ.
Harvest date: Sept 30, 1977. Mesurement date: after stored at 0°C for 40 days.

Table 4. Effect of GA on fruit property

Treatment date	No. of sample	Weight (g)	Flesh(1) firmness (kg)	Soluble(2) solids (%)	Acidity(3) (mℓ)
Control	A 15	195	10.3	11.5	5.80
	B 15	214	9.7	11.1	6.60
July. 20	A 15	236	10.5	11.0	7.31
	B 15	222	9.2	11.8	7.00
Aug. 9	A 15	212	10.7	11.1	6.99
	B 15	232	9.9	11.3	7.01
19	A 15	221	9.6	10.5	6.56
	B 15	210	8.8	11.7	7.71
29	A 15	204	10.1	11.1	7.19
	B 15	221	9.4	11.8	7.83
Sept. 16	A 15	254	9.8	11.6	7.29
	B —	—	—	—	—

See footnote in Table 3.

考　察

(1) アントシアニン生成に及ぼす生長調節の影響

果皮切片を用いた場合，供試した生長調物質の中ではNAA, 2, 4, 5-TP および BA がアントシアニン生成を促進し，その他は影響がみられなかった。一方，採取した一個体の果実を用いた場合は，果皮切片を用いた場合と異なり，供試した生長調節物質の中では NAA および CEPA がアントシアニン生成を促進し，その他のものは影響がみられなかった。果皮切片を果実より切り出すことによって著しいエチレン生成が起こることが知られ[2]，このような傷害にともなう効果を，一般に wounding effect と呼んでいる。また，エチレンがアントシアニン生成を促進することが，リンゴ[2,8,9] およびクランベリー[6,10] の果実，ソルガムの実生[7] などで報告されている。このようなことから，果皮切片と一個体の果実を用いた場合に生長調節物質の影響が異なったことは，この傷害によるエチレン生成の影響によるものと考えられる。

(2) アントシアニン生成に及ぼす生長調節物質の影響と果実の発育段階

採取した一個体の果実を用いた場合の生長調節物質のアントシアニン生成に及ぼす影響は，スターキングデリシャスと旭では品種間に差はなかった。次に，旭を用いて果実の発育段階との関係をみると，NAA および CEPA によってアントシアニン生成が促進される時期は，果実の生長の第1相の直後から第1相のピークと第2相のピークの中間までの期間にあたっている。

また，樹上における 2, 4, 5-TP 処理によってアントシアニン生成が促進される時期は，1976年と1977年で若干異なっていた。すなわち，1976年では8月18日に最も著しく促進され，次いで8月28日であったが，1977年では8月29日に最も著しく促進され，次いで8月19日であった。これは，果実の発育段階が両年度で異なったため，2, 4, 5-TP の効果の現われるのがずれたものと考えられる。2, 4, 5-TP によってアントシアニン生成が促進される時期は，両年ともに果実の生長の第1相の直後から第2相のピーク直前までの期間にあたっている。

筆者らは，第1報において着色系の6品種を用い，樹上における果実のアントシアニン生成が増加し始める時期は，いずれの品種も果実の生長における第1相のピークの時期と一致することを報告した[19]。また，千葉ら (1975) は，リンゴ国光の品質に及ぼす CEPA の処理時期による相違について検討し，開花後110日の処理が最もよく果実の着色を促進し，次いで130日の処理が着色を促進することを報告している[3]。千葉らは，果実の生長の把握を開花後の日数で行なっているので推定になる

が，筆者らの国光における結果では，果実の生長の第1相および第2相のピークの時期は，8月23日前後および9月22日～10月2日 (1976) であるから，千葉らの言う開花後110日および130日の時期は，筆者らが前述した時期と同じであると考えられる。これらのことから，リンゴ果実のアントシアニン生成において，果実の生長第1相のピーク直後から第2相のピーク直前までの期間が重要な意味を持っているものと考えられる。

また，果実の生長が典型的な二重S字曲線を示すブドウ，イチジク，モモなどにおいて，果実の成熟に及ぼす生長調節物質の処理時期による相違についていくつかの報告がある。すなわち，COOMBE ら (1973) は，ブドウの成熟に及ぼす CEPA の処理時期について検討し，果実の生長の第 II 期の始めに処理した場合は成熟を抑制し，第 II 期の終り (いわゆる veraison の時期) に処理した場合は果実の成熟を促進することを報告している[4] MAREI ら (1971) は，イチジクを用いて，エチレンガスを果実の第 II 期の後半に処理した場合に，果実の成熟が著しく促進されることを報告している[18]。また，LOONEY ら (1974)，はモモを用いて，CEPA を果実の生長の第 II 期に処理した場合に果実の成熟が促進されることを報告している[15]。このように，ブドウ，イチジク，モモなどにおいて，CEPA あるいはエチレンによって果実の成熟が促進されるが，いずれもその処理時期は，果実の生長の第 II 期である。従って，二重S字曲線を示す果実において，果実の着色あるいは成熟の進行と果実の生長とは極めて密接な関係があるものと考えられる。

アントシアニン生成は，ジベレリンによって抑制されることが，ウキクサ[11]，ホウセンカの胚軸[1] などで報告されている。また，レモンおよびワシントンネーブルオレンジの果実において，ジベレリン処理によって熟期および着色が遅延されることが知られている。このようなことを踏えて，リンゴ果実の着色 (アントシアニン生成) に及ぼす GA の影響について実験した。しかし，GA 処理による影響は認められなかった。

摘　要

リンゴ果実のアントシアニン生成について実験する場合の実験方法の違い (一個体の果実を用いた場合および果皮切片を用いた場合) と生長調節物質の影響について比較した。次に，アントシアニン生成に及ぼす生長調節物質と果実の発育段階との関係について検討し次のような結果を得た。

(1) 果皮切片を用いた場合，NAA 2, 4 5-TP および BA がアントシアニン生成を促進し，0～100 mg/ℓ の範囲ではいずれも高濃度程促進した。しかし，GA, ABA および CEPA は効果がみられなかった。

(2) 一個体の果実を用いた場合は，果皮切片を用いた場合と異なり，NAA および CEPA がアントシアニン生成を促進したが，BA, GA および ABA は効果がみられなかった。

(3) 樹上におけるスプレー処理では，2, 4, 5-TP 処理が，果実のアントシアニン生成を著しく促進したが，GA 処理は影響を与えなかった。

(4) 一個体の果実を用いた場合の NAA および CEPA によってアントシアニン生成が促進される時期，および，樹上において 2, 4, 5-TP によってアントシアニン生成が促進される時期は，いずれも果実の生長における第1相のピーク直後から第2相のピーク直前までの期間と一致する。

以上のことから，リンゴ果実のアントシアニン生成は，果実における内生生長調節物質によって制御されていることが考えられる。時期的には，果実の生長の第1相のピーク直後から第2相のピーク直前までの期間が特に重要な意味をもっていると考えられる。

謝　辞

本実験を行なうにあたって，北海道大学農学部附属農場余市果樹園主任，三野義雄氏には種々の御助言ならびに供試材料の採取に当って御協力をいただいた。また，材料の一部は余市郡余市町，阿部光男氏果樹園より提供していただいた。ここに，両氏に厚く感謝の意を表します。

引 用 文 献

1. ARNOLD, A. W. and ALBERT, L. S.: Chemical factors affecting anthocyanin formation and morphogenesis in cultured hypocotyl segments of *Impatiens Balsamina*, L, *Plant Physiol.*, **39**: 307-312. 1964
2. CHALMERS, D. J. and FARAGHER, J. D.: Regulation of anthocyanin synthesis in apple skin. II. Involvement of ethylene, *Aust. J. Plant Physiol.*, **4**: 123-131. 1977
3. 千葉和彦・久保田貞三： リンゴ国光の果実発育に及ぼす 2-chloroethylphosphonic acid の処理時期の影響，園芸学会春季大会発表要旨：88-89. 1975
4. COOMBE, B. G. and HALE, C. R.: The hormone content of ripening grape berries and the effect of growth substance treatments, *Plant Physiol.*,

51: 629-634. 1973

5. CRAIN, J. C.: Futher responses of the appricot to 2, 4, 5-Trichlorophenoxyacetic acid application, *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **61**: 163-174. 1953
6. CRAKER, L. E.: Postharvest colour promotion in cranberry with ethylene, *HortScience.*, **6**: 137-139. 1971
7. CRAKER, L. E., STANDLEY, L. A. and STARBUCK, M. J.: Ethylene control of anthocyanin synthesis in sorghum, *Plant Physiol.*, **48**: 349-352. 1971
8. CRAKER, L. E. and WETHERBEE, P. J.: Ethylene, light and anthocyanin synthesis, ibid., **51**: 436-438. 1973
9. CRAKER, L. E. and WETERBEE, P. J.: Ethylene, carbon dioxide and anthocyanin synthesis, ibid., **52**: 177-179. 1973
10. ECK, P.: Cranberry yield and anthocyanin content as influenced by ethylene, SADH, and Malathion, *J. Amer. Soc.Hort. Sci.*, **97**: 213-214. 1972
11. FURUYA, M. and THIMANN, K. V.: The biogenesis of anthocyanins. XI. Effect of gibberellic acid in two species of Spirodela, *Arch. Biochem. Biophys.*, **108**: 109-116. 1964
12. GREENE, D. W., LOAD W. J. and BRAMLAGE, W., J.: Midsummer applications of ethephon and daminozide on apples. I. Effect on McIntosh, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **102**: 491-494. 1977
13. 堀川郁雄：リンゴ果肉カルスにおけるアントシアニン生成に関する研究，昭和49年度北海道大学農学部卒業論文
14. KLEIN, A. W. and HANGER, C. W. Jr.: Anthocyanin production in detached petals of *Impatiens Balsamina, L, Plant Physiol.*, **36**: 1-9. 1961
15. LOONEY, N. E., MCGLASSON, W. G. and COOMBE, B. G.: Control of fruit ripening in peach, *Prunus persica*, action of succinic acid-2, 2-dimethylhydrazide and (2-chloroethyl) phosphonic acid, *Aust. J. Plant Physiol.*, **1**: 77-86. 1974
16. LOONEY, N. E.: Control of ripening in McIntosh apples. I. Some growth regulator effects on preharvest drop and fruit quality at four harvest dates, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **100**: 330-332. 1975
17. LOONEY, N. E.: Control of ripening in McIntosh apples. II. Effect of growth regulators and CO_2 on fruit ripening, storage behaviour and shelf life, ibid., **100**: 332-336. 1975
18. MAREI, N. and CRANE, J. C.: Growth and respiratory response of fig fruit to ethylene, *Plant Physiol.*, **48**: 249-254. 1971
19. 増田哲男・今河 茂・田村 勉：リンゴ果実の着色に関する研究，第1報，着色系品種におけるアントシアニン生成と果実の発育段階との関係，北大農邦文紀（投稿中）
20. POLLARD, J. E.: Effect of SADH, ethephon and 2,4,5-TP on colour and storage quality of McIntosh apples, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **99**: 341-343. 1974
21. 沢田英吉・田村 勉・吉田竜夫・高橋正治：リンゴおよび核果類果実の熟期ならびに発育に及ぼす2, 4, 5-TP の影響，園学雑，**29**: 253-263. 1960
22. SHULMAN, Y. and LAVEE, S.: The effect of kinetin on anthocyanin formation in green harvest olive fruits, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **96**: 808-810. 1971
23. SHULMAN, Y. and LAVEE, S.: The effect of cytokinin and auxin on anthocyanin accumulation in green Manzanillo olives, *J. Exp. Botany.*, **24**: 655-661. 1973
24. THIMANN, K. V. and RADNER, B. S.: The biogenesis of anthocyanins. VII. The requirement for both purines and pyrimidines, *Arch. Biochem. Biophys,*. **96**: 270-279. 1962

Summary

In the present paper, we examined the relation between several kinds of experimental methods, in the peeled disks or detached whole fruit, and the effect of growth regulators on anthocyanin formation. Secondly, we investigated the relation between the effect of growth regulators on anthocyanin formation and growth of fruit. The results were summarized as follows:

1. In the peeled disks, applications of BA, NAA or 2, 4, 5-TP at higher concentrations in a range of 0～100 ppm BA, NAA or 2, 4, 5-TP showed large effect. But, applications of GA, ABA or CEPA showed no effect.

2. Unlike anthocyanin formation in the peeled disks, applications of NAA or CEPA promoted but applications of BA, GA or ABA had no effect in the detached whole fruit.

3. On the tree, application of 2, 4, 5-TP by

spraying promoted anthocyanin formation of fruit, but spraying of GA was not effective.

4. The stage in which application of NAA or CEPA in detached whole fruit and spraying of 2, 4, 5-TP on the tree promoted anthocyanin formation coincided with the period between immediately following the peak of phase 1 and before the peak of phase 2.

Thus, it is suggested that anthocyanin formation was controlled by the endogenous growth regulators of fruit, and that the period between the peak of phase 1 and the peak of phase 2 in the growth stage of fruit was significant.