

芍薬の化学的研究 (第5報)<sup>1)</sup>

## 系統別芍薬中の配糖体およびガロタンニン含量

西澤 信<sup>a,2)</sup>, 林 隆章<sup>a</sup>, 山岸 喬<sup>\*,a</sup>, 堀越 司<sup>b,3)</sup>  
島山好雄<sup>b</sup>, 本間尚次郎<sup>b</sup><sup>a</sup>北海道立衛生研究所, <sup>b</sup>国立衛生試験所北海道薬用植物栽培試験場Chemical Studies on *Paeoniae Radix* (Part 5)<sup>1)</sup>Glucosides and Gallotannin Contents in *Paeoniae Radix*

## Prepared from Various Strains of Peonies

MAKOTO NISHIZAWA,<sup>a,2)</sup> TAKAAKI HAYASHI,<sup>a</sup> TAKASHI YAMAGISHI,<sup>\*,a</sup>  
TSUKASA HORIKOSHI,<sup>b,3)</sup> YOSHIO HATAKEYAMA<sup>b</sup> and NAOJIRO HONMA<sup>b</sup><sup>a</sup>Hokkaido Institute of Public Health, N-19, W-12, Kita-ku, Sapporo 060, Japan<sup>b</sup>Hokkaido Experimental Station of Medicinal Plants, National Institute of Hygienic Sciences, 108 Ohashi, Nayoro 096, Japan

(Received April 21, 1986)

Fifty-three strains of the peonies cultivated in Hokkaido for medical use, were propagated vegetatively in August 1977, and again in August 1981. The quantity of paeoniflorin, albiflorin, oxypaeoniflorin and gallotannin in the *Paeoniae Radices* was determined in August 1977, 1981 and 1984 to discover the relation between the quantity of these constituents and the morphological characteristics of aerial parts of the plant, and to examine the change in the quantity of these constituents before and after vegetative propagation.

Paeoniflorin content in *Paeoniae Radix* was found to be 1.50–4.84%, the average content was in the range of 2.62–3.06%, and about four fifths of the samples contained 2.00–4.00% of paeoniflorin in each harvest year. Albiflorin content was nd–2.18%, and the coefficients of variation in albiflorin content were more than two times greater than those in paeoniflorin. Gallotannin content was 0.17–1.08%, and the histograms of gallotannin content showed two peaks around 0.4 and 0.7% in each harvest year. There was no significant correlation between the morphological characteristics of aerial parts of the plant and quantity of these constituents.

The amount of each constituent in *Paeoniae Radix* harvested in 1981 was closely correlated with that in 1984; correlation coefficients for paeoniflorin, albiflorin, oxypaeoniflorin and gallotannin were 0.8913, 0.9451, 0.9349 and 0.7130, respectively. These results indicated that the capacity of peony to produce these four constituents is mainly controlled by genetic factors in each strain.

**Keywords**—*Paeonia lactiflora*; Paeoniaceae; *Paeoniae Radix*; paeoniflorin; albiflorin; oxypaeoniflorin; gallotannin; vegetative propagation

芍薬は漢方で繁用されるほか、家庭薬の原料としても重要な生薬である。芍薬は国内生産量の多い生薬の一つで、国内の年間消費量 200~250 t のうち 40~50% を北海道、新潟県、奈良県、群馬県、長野県、栃木県などで生産している。とくに、奈良県では古くから薬用を目的としてシャクヤク *Paeonia lactiflora* PALL. の白色単弁花の系統<sup>4)</sup> (一般に和芍あるいは大和系と呼ばれている) が栽培されてきたが、現在ではその量もわずかである。奈良県以外では園芸品種との交雑種の根から調製加工された芍薬が大部分をしめ、新潟県や栃木県では花卉生産用の園芸品種の根が廃物利用されることが多い<sup>5)</sup>。このように、現在では薬用種といわれるシャクヤクはほとんど栽培されておらず、生薬原料となるシャクヤクは花卉、子房、柱頭、茎、葉などに個体差が認められる。

わが国で生産されている芍薬には生干芍薬(赤芍), 白芍薬(白芍)および真芍があり, それらの品質はおもに色, 質, 香りなどを判断基準とした経験的方法で評価されてきた. しかし, 近年芍薬にも化学的品質評価の試みが多数報告され, マウスに鎮静, 鎮痛, 鎮痙作用などを有している **Paeoniflorin**<sup>6,7)</sup> を, 化学的品質評価の指標物質としている.

吉崎ら<sup>8)</sup> は市場品の大和系芍薬(奈良県産), 中国産芍薬および局方シャクヤク末中の **Paeoniflorin** 含量はそれぞれ約3%, 3%および4%であり, **Albiflorin** 含量はいずれも約0.7%であると報告している. また, 清水ら<sup>9)</sup> は産地の異なる芍薬6試料を分析し **Paeoniflorin** 含量についてはほとんど地域差がないと報告している. しかし, 分析試料数が少ないことから, 芍薬中の **Paeoniflorin** 含量が個体あるいは産地による差が小さいとは断定できない.

長尾ら<sup>10)</sup> は奈良県で栽培されている薬用のシャクヤク(大和系)を株分して日本各地で栽培すると, 同一株から栄養増殖したものでも寒冷地ほど **Paeoniflorin** 含量が高くなるという結果を報告していることから, 気象条件など種類の栽培条件下で栽培したシャクヤク中の成分含量を詳細に検討する必要がある.

また, これまでは大部分が **Paeoniflorin** の分析のみの報告であるが, その類縁化合物である **Albiflorin**, **Oxypaeoniflorin** など<sup>11)</sup>にも **Paeoniflorin** と同様な薬理作用が予想され, 芍薬の化学的品質評価にはこれらの配糖体も定量する必要があると考えられる. さらに, **Gallotannin** には血清中の尿素窒素減少作用が認められ<sup>12)</sup>, 芍薬の調製加工時の変色に関与すると考えられるので, **Gallotannin** も品質評価の重要な指標物質と考えられる.

そこでわれわれは, 良質な芍薬を安定して供給するためには, これらの成分含量に変動が少なく, かつ耐病性および生産性に優れたシャクヤクの系統選抜が必要であると考え, 北海道各地で栽培されている種々のシャクヤクを集め, 増殖および栽培試験をおこなうとともに, それらから調製した芍薬中の成分を定量してきた<sup>13)</sup>. 今回は, 系統選抜の基礎的研究として, まず地上部の形態でシャクヤクを分類し, さらにおのおのの系統の根から調製した芍薬中の **Paeoniflorin**, **Albiflorin**, **Oxypaeoniflorin** および **Gallotannin** を定量し, 形態と成分含量の関係について調べた. また, シャクヤクを栄養増殖(株分)した場合, 各系統の成分産生能が親株から子株に引き継がれるかどうかについても検討したので報告する.

## 実 験 の 部

### 1. 試 料

1969年から北海道の栽培農家より集めたシャクヤクを国立衛生試験所北海道薬用植物栽培試験場(名寄)で増殖し, それらを花卉, 子房, 柱頭, 茎, 葉などの色および形態によって約200の系統に分類した後, 栄養増殖(株分)した苗で栽培試験をおこなった. これらのなかから生育の良い53系統を選び1977年8月に5年生で収穫し, 継続して栽培試験をおこなうために根頭部を株分苗として取り, そのうち14系統について根を水洗後, 5か月間乾燥して生干芍薬(赤芍)に調製して試料とした. 株分で増殖したシャクヤクは1981年8月に4年生で収穫し, 根頭部は株分した後さらに継続して栽培試験をおこない1984年8月に3年生で収穫した. 1981年と1984年に収穫した53系統のシャクヤクの根も生干芍薬に調製して試料とした.

### 2. 分析法

**Paeoniflorin**, **Albiflorin** および **Oxypaeoniflorin** は既報の方法に従い1981年までは薄層濃度法<sup>14)</sup>, それ以後は高速液体クロマトグラフィー法<sup>15)</sup>で定量し, **Gallotannin** も既報の方法に従い高速液体クロマトグラフィー法<sup>16)</sup>で定量した. 得られた定量結果は NEC パーソナルコンピュータ PC-9801F2(自作ソフト)を用いて統計的に処理し, 基礎統計量, 回帰直線, 相関係数表を求めた.

## 結 果 と 考 察

地上部の形態で分類した200系統のうち生育の良い53系統について花卉, 子房, 柱頭, 茎および葉の色または形態を調べ TABLE I に示した. 花卉の色は白, ピンク, 赤に, 柱頭, 子房の色は白, 赤, 緑などに分類し, 茎の色は緑, 赤およびその中間色, 葉の色は淡緑色, 緑色および濃緑色に分けた.

1977, 81年および1984年に収穫したシャクヤクから調製した芍薬中の **Paeoniflorin** などの配糖体および **Gallotannin** 含量を TABLE II に示した.

**Paeoniflorin** 含量は1977年産が平均2.91% (1.83~4.03%), 1981年産が平均3.06% (1.73~4.82%), 1984年産が平均2.62% (1.50~4.33%)であった. 平均値は収穫した年により2.62~3.06%の間で変動したが, 各年度における **Paeoniflorin** 含量の変動係数はいずれも約24%で収穫した年による差はなく, 3年とも全体の約8割は2.00~4.00%

TABLE I. Morphological Characteristics of 53 Strains of Paeonies

Strain No.	Color of Petal	Color of Stigma	Color of Ovary	Hair on Ovary	Color of Stem	Color of Leaf	Hair on Leaf
2	W	R	R	—	G	LG	+
3	W	W	G	+	G	LG	+
4	W	R	R	+	G	LG	+
5	W	R	R	—	G	LG	—
7	W*	**	**	**	G	DG	+
18	W*	W	G	+	G	LG	+
22	W*	W	G	+	GR	LG	±
28	W*	W	G	+	GR	LG	+
29	W	R	R	—	RG	LG	+
32	W	W	G	+	GR	LG	+
33	W	R	R	—	RG	G	+
36	W*	R	R	—	G	DG	+
38	W	W	G	—	RG	DG	+
39	W	W	G	—	G	DG	+
44	P	R	G	—	RG	LG	—
47	P	R	G	—	RG	LG	—
51	P	P	G	+	R	LG	+
52	P	W	G	—	GR	LG	+
54	P	R	R	—	R	DG	—
57	P	P	R	—	RG	DG	+
59	P	Y	G	—	R	DG	+
60	R	P	G	—	G	DG	+
68	P	W	G	+	RG	DG	+
74	P	W	G	—	G	DG	—
75	P	W	G	+	G	LG	+
77	R	W	G	—	RG	LG	+
78	P	W	G	—	G	DG	—
84	W	W	G	—	RG	LG	++
86	P	W	G	+	RG	DG	+
92	P	W	G	—	GR	DG	—
94	R	W	G	—	RG	LG	—
95	P	W	G	—	G	LG	+
96	P	W	G	+	R	LG	+
97	P	R	R	—	R	LG	+
99	W	W	R	—	R	DG	—
100	P	W	G	—	R	LG	—
101	P	W	G	—	RG	DG	—
104	P	R	G	—	GR	DG	+
105	P	W	G	+	R	LG	+
115	P	W	G	—	G	G	—
116	P	R	G	—	GR	DG	+
118	P	W	G	+	RG	G	+
119	P	R	G	+	RG	LG	+
120	R	P	G	+	R	LG	+
154	W*	W	W	+	GR	LG	+
157	P	W	G	+	R	LG	+
158	W	W	G	+	GR	DG	+
159	W	W	G	+	R	DG	+
161	W	W	G	—	RG	LG	—
162	P	W	G	—	GR	DG	±
163	W	W	G	—	GR	DG	++
165	W*	W	W	+	RG	LG	+
x	R*	P	G	—	RG	LG	—

\* Double flower, \*\* Strain No. 7 has neither stigma nor ovary.

W: white, R: red, G: green, P: pink, Y: yellow, LG: light green, DG: dark green, GR: greenish red, RG: reddish green.

TABLE II. Contents of Glucosides and Gallotannin in 53 Strains of *Paeoniae Radix*

Strain No.	Year	Paeoniflorin (%)			Albiflorin (%)			Oxypaeoniflorin (%)			Gallotannin (%)	
		1977	1981	1984	1977	1981	1984	1977	1981	1984	1981	1984
2			3.71	3.21		1.00	0.72		0.17	0.25	0.45	0.32
3			3.50	2.98		1.00	0.63		0.24	0.35	0.61	0.37
4			4.01	2.54		0.06	nd		0.31	0.44	0.62	0.40
5		2.40	2.77	2.19	0.49	0.87	0.46	0.14	0.15	0.30	0.47	0.28
7		3.19	3.77	3.46	nd*	0.02	nd	0.23	0.18	0.29	0.37	0.26
18			2.70	2.16		1.04	0.59		0.12	0.16	0.76	0.47
22			2.32	2.23		0.76	0.80		0.11	0.13	0.67	0.48
28		2.62	2.64	2.28	0.59	0.74	0.48	0.06	0.13	0.16	0.73	0.36
29		4.20	4.81	4.33	nd	0.07	nd	0.19	0.28	0.41	0.36	0.29
32		3.77	3.48	3.01	0.04	0.08	nd	0.13	0.21	0.27	0.44	0.36
33		3.37	2.96	2.40	0.04	0.08	nd	0.13	0.16	0.30	0.26	0.17
36		4.03	2.66	2.64	0.59	0.98	0.79	0.07	0.09	0.09	0.43	0.25
38			1.95	2.06		1.32	1.24		0.09	0.13	0.96	0.69
39			3.12	2.28		2.18	1.42		0.15	0.15	0.76	0.64
44			4.82	3.71		0.59	0.42		0.19	0.23	0.41	0.42
47			4.52	3.86		0.30	0.18		0.20	0.29	0.44	0.17
51			2.55	2.12		0.56	0.38		0.10	0.08	1.08	0.64
52			3.03	2.30		0.76	0.63		0.08	0.07	0.39	0.19
54			4.14	3.24		1.67	1.24		0.17	0.17	0.45	0.25
57			2.93	2.89		0.18	0.01		0.14	0.20	0.38	0.33
59			2.46	1.78		0.97	0.61		0.14	0.15	0.70	0.50
60			3.67	2.86		0.06	0.13		0.16	0.18	0.56	0.53
68			3.26	2.40		1.42	0.81		0.23	0.31	0.91	0.79
74			2.91	2.47		1.62	1.17		0.15	0.19	0.65	0.39
75			2.47	2.13		1.35	1.03		0.16	0.17	0.63	0.39
77			2.95	2.36		0.27	0.13		0.21	0.29	0.78	0.63
78			2.92	2.97		1.36	1.12		0.20	0.30	0.66	0.65
84			3.50	3.44		0.06	nd		0.20	0.31	0.42	0.45
86			4.17	3.38		0.34	0.12		0.27	0.38	0.83	0.61
92		2.55	2.60	2.17	1.00	1.57	1.47	0.06	0.15	0.19	0.36	0.35
94		1.83	1.73	1.50	0.78	0.94	0.89	0.03	0.08	0.10	0.78	0.77
95			2.88	2.22		1.54	1.43		0.12	0.16	0.32	0.26
96			2.28	1.87		1.06	0.88		0.17	0.25	0.99	0.40
97			3.46	3.19		0.22	0.01		0.33	0.49	0.34	0.23
99		2.26	2.15	2.33	1.40	1.57	1.44	0.04	0.10	0.16	0.64	0.45
100			4.41	3.90		0.43	0.18		0.27	0.40	0.80	0.53
101		3.39	3.77	3.03	0.26	0.56	0.21	0.09	0.18	0.22	0.83	0.73
104		2.62	3.00	2.63	0.50	1.15	0.92	0.14	0.23	0.29	0.64	0.59
105			2.01	1.60		1.07	0.84		0.15	0.21	0.86	0.37
115			2.63	2.06		1.40	0.68		0.17	0.21	0.43	0.17
116			2.33	2.12		0.43	0.17		0.15	0.24	0.96	0.60
118			2.09	2.24		1.38	1.46		0.17	0.24	0.73	0.36
119		2.41	2.44	2.48	0.77	1.17	1.18	0.22	0.30	0.39	0.39	0.42
120		3.09	3.16	3.17	0.25	0.30	0.01	0.12	0.21	0.38	0.53	0.38
154			2.14	2.18		0.61	0.41		0.11	0.23	0.71	0.71
157			3.05	2.93		0.25	nd		0.25	0.48	0.85	0.64
158			3.27	2.83		0.03	nd		0.16	0.20	0.55	0.61
159			2.31	1.68		0.81	0.76		0.15	0.22	0.31	0.39
161			3.71	2.90		0.71	0.36		0.35	0.53	0.65	0.39
162			3.08	3.01		1.15	1.11		0.15	0.23	0.61	0.73
163			3.53	2.91		0.16	nd		0.26	0.42	0.41	0.28
165			2.77	2.52		0.69	0.64		0.10	0.16	0.75	0.78
x			2.50	1.97		0.34	0.01		0.14	0.20	0.75	0.68
Average		2.91	3.06	2.62	0.57	0.81	0.59	0.12	0.18	0.25	0.61	0.45
S.D.		0.71	0.74	0.62	0.46	0.55	0.49	0.06	0.07	0.11	0.21	0.18
C.V.(%)		23.8	24.2	23.6	79.5	67.5	82.8	54.2	36.7	43.5	33.5	39.1

\* not detected.

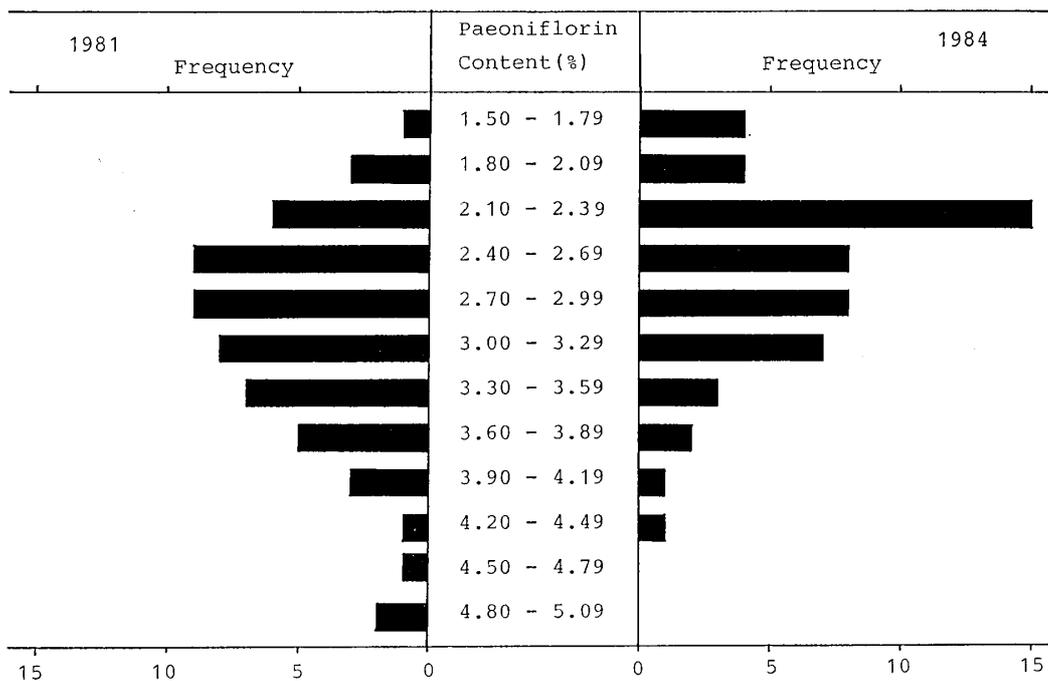


Fig. 1. Histogram of Paeoniflorin Contents in 1981 and 1984  
Peoniae Radix prepared from 53 strains of peonies were analyzed.

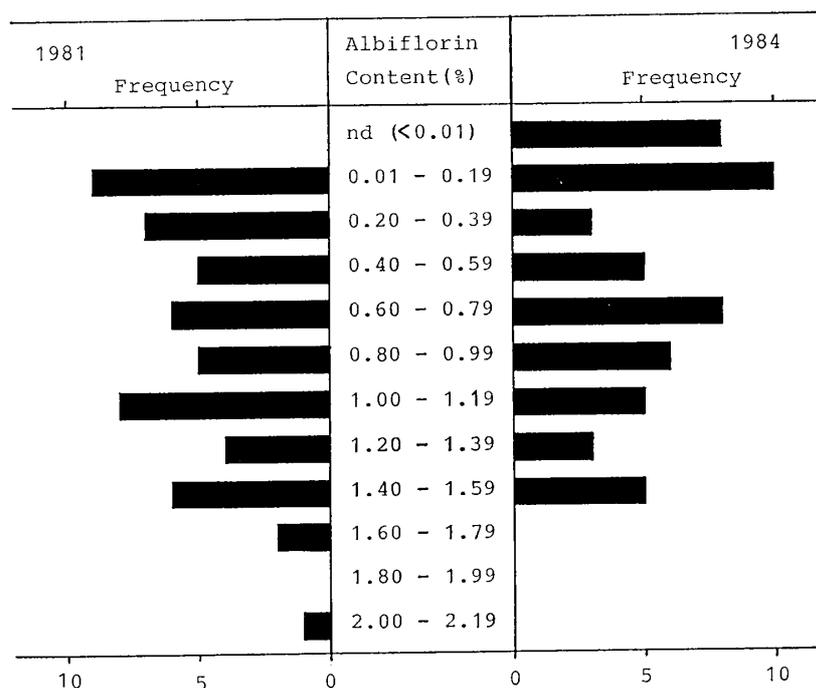


Fig. 2. Histogram of Albiflorin Contents in 1981 and 1984  
See Fig. 1.

の範囲に入り、その最高値は最低値の約3倍であった。芍薬中の Paeoniflorin 含量の分布は Fig. 1 に示すとおりで、1981年産と1984年産における分布の違いは気象条件などの違いによるものと考えられる。

Albiflorin 含量は1977年産が0.57% (nd [検出せず]~1.40%)、1981年産が平均0.81% (0.02~2.18%)、1984年産が平均0.59% (nd~1.47%) であった。1981年産が1977年産および1984年産と比較して約1.4倍高い平均値を示したが、各年度の変動係数はいずれも65%以上と Paeoniflorin に比べると大きく、Albiflorin 含量は系統により大きな差が認められた。Albiflorin 含量の分布は Fig. 2 に示すとおりで、Paeoniflorin の場合と異なっており、このような Albiflorin 含量のばらつきは、すでに報告した芍薬の分析結果と一致した<sup>14~18)</sup>。また、1977年あるいは1984年

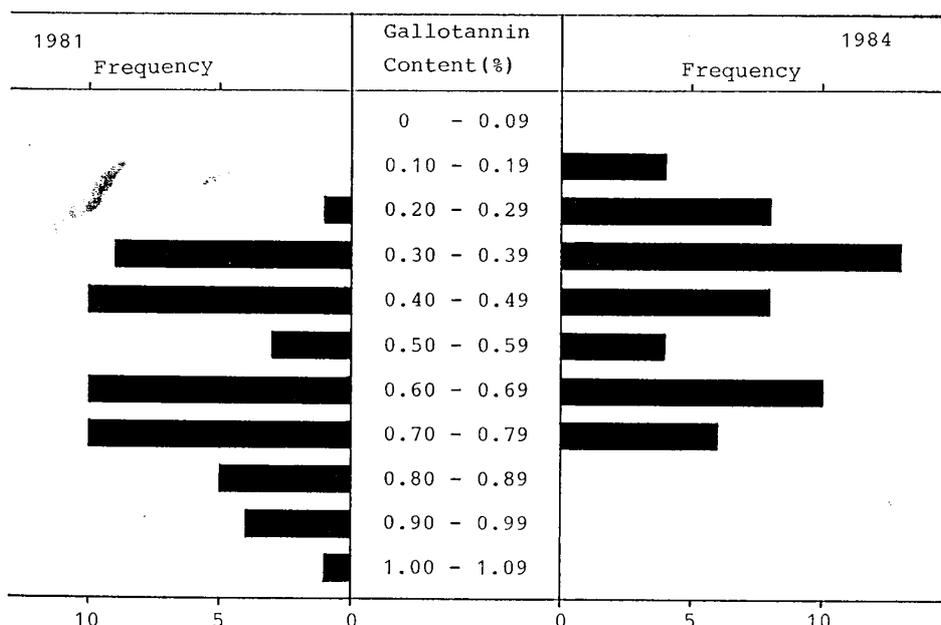


Fig. 3. Histogram of Gallotannin Contents in 1981 and 1984

See Fig. 1.

TABLE III. Correlation Coefficients Table of Glucosides and Gallotannin Contents

	Year	Albiflorin	Oxypaeoniflorin	Gallotannin
Paeoniflorin	1981	-0.4223	0.5906	-0.3322
	1984	-0.4465	0.5226	-0.1987
Albiflorin	1981		-0.3633	0.0891
	1984		-0.4777	-0.0111
Oxypaeoniflorin	1981			-0.1506
	1984			-0.1321

\* Correlation coefficients were calculated from the determination values of common 53 strains of *Paeoniae Radix* analyzed in 1981 and 1984, and the correlation coefficients in upper line are calculated using the results of analysis in 1981, and lower line using those of 1984.

に Albiflorin が検出できなかった系統でも、1981年には Albiflorin が検出されたことから、これらの系統は Albiflorin 産生能があるにもかかわらず、1977年と1984年には気象条件、栽培条件などの影響をうけて産生能が低下し、検出限界 (0.01%) 以下になったものと考えられる。

このように、芍薬中の Albiflorin 含量は系統による差が大きく、Albiflorin をほとんど含まない系統から2%以上 (主成分である Paeoniflorin と同程度) 含有する系統までであることが明らかとなった。また、Albiflorin 含量の高いシャクヤクがあることから、今後 Albiflorin の薬理作用を明らかにする必要があると考えられる。

Oxypaeoniflorin 含量は1977年産が平均0.12% (0.03~0.23%)、1981年産が平均0.18% (0.08~0.35%)、1984年産が平均0.25% (0.07~0.48%) であり、その平均値は Paeoniflorin の 1/10~1/20、Albiflorin の約 1/5 であった。その分布は、1981、84年ともに他の配糖体に比べて正規分布に近かった。

Gallotannin 含量は1981年産が平均0.61% (0.26~1.08%)、1984年産が平均0.45% (0.17~0.79%) であり、1981年産のほうが高かったが、変動係数には差はなかった。また、Gallotannin 含量の分布は Fig. 3 に示したとおりで、1981年、1984年とも0.30~0.49%と0.60~0.79%付近に二つのピークを示した。その理由は明らかではないが、Gallotannin の産生能からこれら53系統を二つのグループに分類できる可能性がある。

つぎに、TABLE I に示した花卉、柱頭、子房、茎、葉の色などの地上部の形態と、TABLE II に示した3種の配糖体および Gallotannin 含量との関係を調べた。しかし、地上部の形態とこれら4成分量との間にはいずれも有意な関係は認められなかった<sup>18)</sup>。このことから、原料となるシャクヤクの地上部の形態によりその根から調製された芍薬

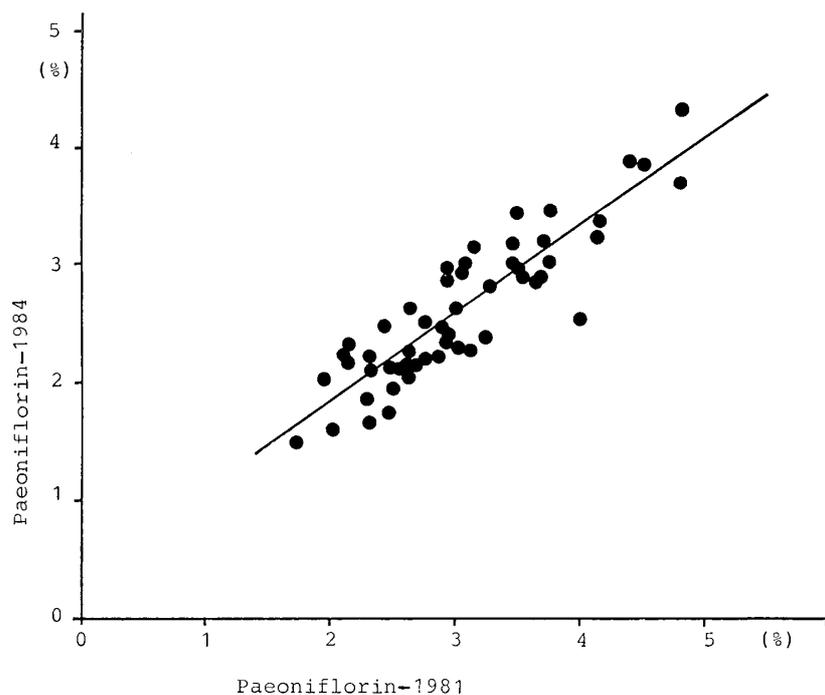


Fig. 4. Correlation of Paeoniflorin Contents between Paeoniae Radix Vegetatively Propagated (Paeoniflorin-1984) and Those Used for Propagation (Paeoniflorin-1981)

$$r=0.8913, y (\text{Paeoniflorin-1984})=0.3458+0.7450 \times (\text{Paeoniflorin-1981}).$$

Paeoniae Radix Prepared from 53 strains of peonies were harvested on August 1981 and analysed after drying for 5 months. The top of roots with buds were vegetatively propagated and cultivated for 3 years, and harvested on August 1984 and analysed after drying for 5 months.

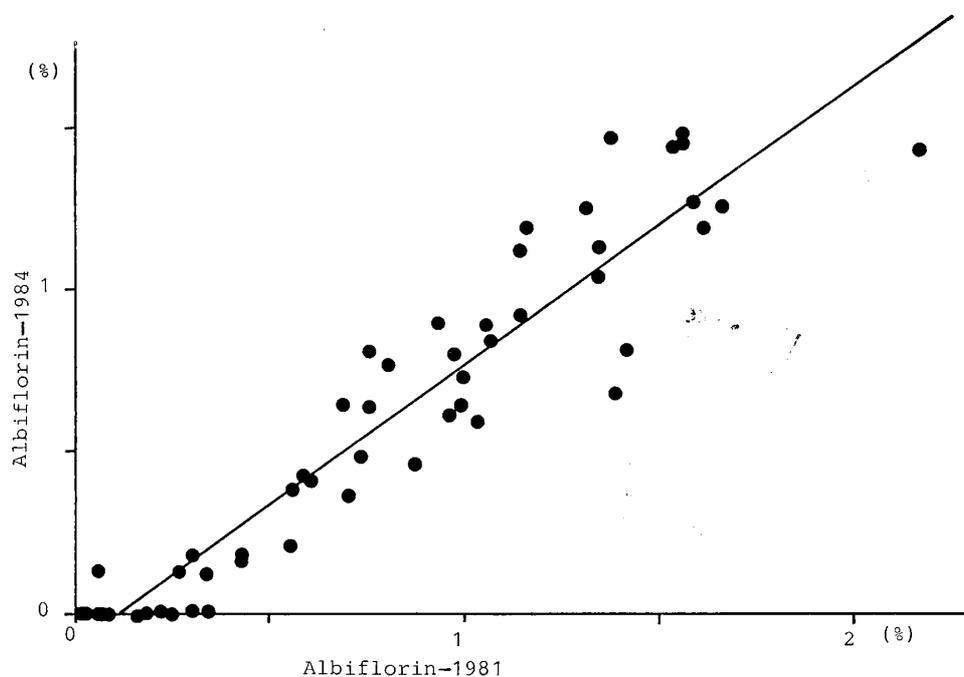


Fig. 5. Correlation of Albiflorin Contents between Paeoniae Radix Vegetatively Propagated (Albiflorin-1984) and Those Used for Propagation (Albiflorin-1981)

$$r=0.9451, y (\text{Albiflorin-1984})=-0.0941+0.8516 \times (\text{Albiflorin-1981}).$$

Others see Fig. 4.

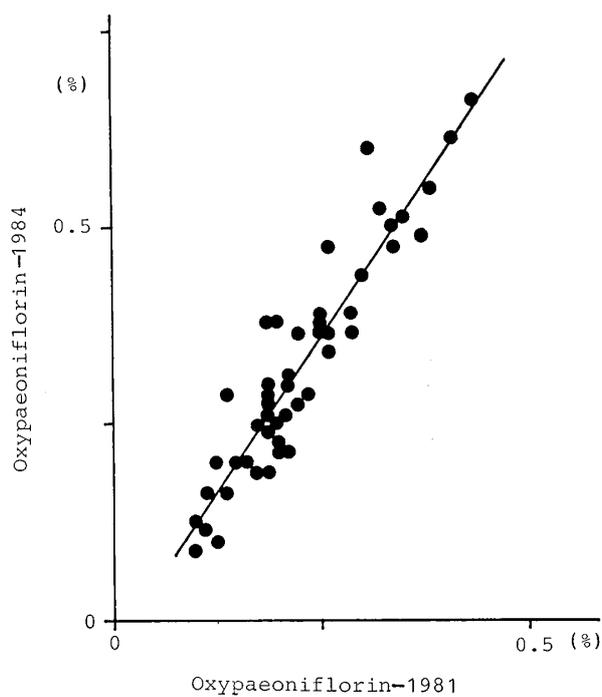


Fig. 6. Correlation of Oxypaeoniflorin Contents between *Paoniae Radix* Vegetatively Propagated (Oxypaeoniflorin-1984) and Those Used for Propagation

$r=0.9340, y(\text{Oxypaeoniflorin-1984})=-0.0273+1.5676 \times (\text{Oxypaeoniflorin-1981})$ .  
Others see Fig. 4.

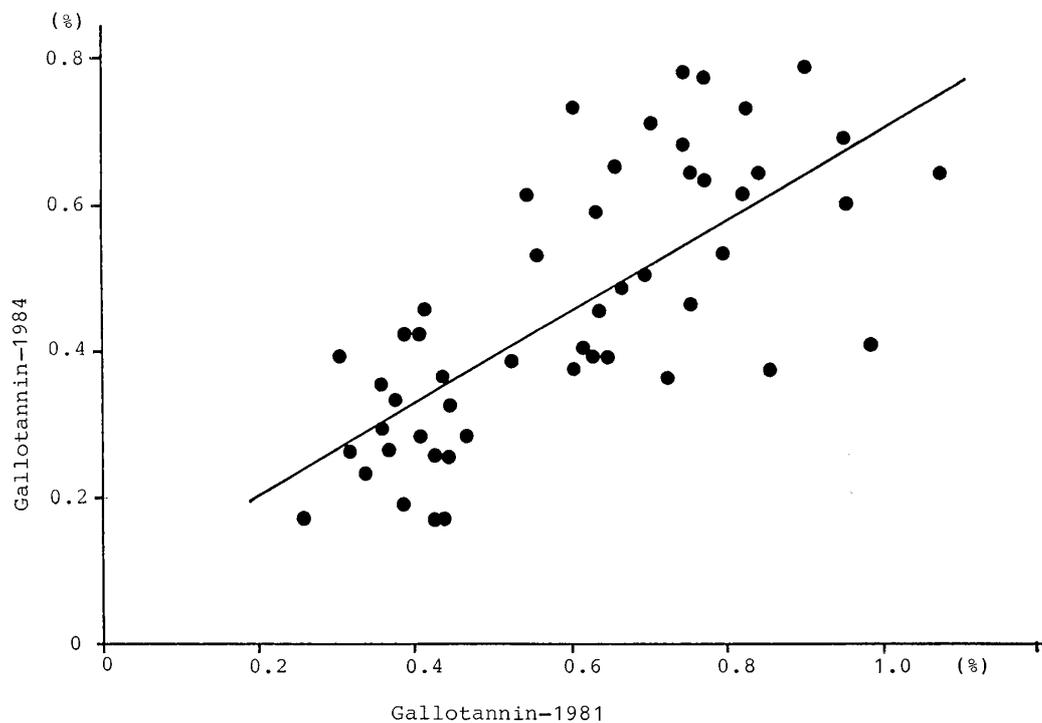


Fig. 7. Correlation of Gallotannin Contents between *Paoniae Radix* Vegetatively Propagated (Gallotannin-1984) and Those Used for Propagation (Gallotannin-1981)

$r=0.7130, y(\text{Gallotannin-1984})=0.0763+0.6192 \times (\text{Gallotannin-1981})$ .  
Others see Fig. 4.

の品質を評価することはむずかしいと推定され、化学的品質評価の重要性が確認された。

また、1981年産と1984年産の芍薬について、3種の配糖体と Gallotannin 含量間の関係を調べた結果を TABLE III に示した<sup>19)</sup>。その結果、1981、84年いずれも Paeoniflorin 含量と Oxypaeoniflorin 含量との間には正の相関が、Albiflorin 含量と Paeoniflorin 含量および Oxypaeoniflorin 含量との間には、いずれも負の相関が認められた。Gallotannin 含量と3種の配糖体含量の間の相関係数の絶対値はいずれも小さく、Gallotannin 含量と配糖体含量の間には相関性はないものと考えられる。

一方、1981年と1984年を比較すると4種の成分間の相関係数はほぼ同じ値で、気象条件、栽培条件などの違いにより各成分含量の平均値に差が生じて、各成分含量間の関係にはほとんど影響しないものと考えられる。

さらに、シャクヤクを株分により増殖した場合、親株と子株の間で成分含量の違いが生ずるかどうかを調べるために、1981年産と1984年産の芍薬について各成分含量を比較したところ、Fig. 4~7 に示す結果を得た。

1981年産と1984年産の間の Paeoniflorin, Albiflorin, Oxypaeoniflorin および Gallotannin 含量の相関係数はそれぞれ0.8913, 0.9451, 0.9340および0.7130であり、いずれも高い正の相関が認められた<sup>19)</sup>。さらに、1977年に分析した14系統について、配糖体含量を1981年産、1984年産と比較した結果、各配糖体ともに高い正の相関が認められた<sup>20)</sup>。このように、芍薬中の配糖体や Gallotannin は気象条件、栽培条件などに影響され、それらの含量が多少は変化するものと考えられるが、各成分の産生能は系統の遺伝的因子に強く支配され、シャクヤクには成分の産生能が異なる系統の存在が明らかとなった。

以上の結果から、シャクヤクを栄養増殖(株分)した場合、配糖体や Gallotannin 含量は親株と子株の間でほとんど変化がなく、栄養増殖することにより成分含量の安定した系統の維持が可能である。今後、有効成分含量が高く、かつ耐病性および生産性に優れた系統を選抜する予定である。

#### 引用文献および注

- 1) 第4報: 林 隆章, 西澤 信, 山岸 喬, 道衛研所報, **31**, 23 (1981).
- 2) Present address: Faculty of Pharmaceutical Sciences, Hokkaido University, N-12, W-6, Kita-ku, Sapporo 060, Japan.
- 3) Present address: Wakayama Experimental Station of Medicinal Plants, National Institute of Hygienic Sciences, Kawabe-cho, Wakayama Pref. 649-13, Japan.
- 4) 木島正夫, 昭和53年度生薬の栽培と品質に関する討論会要旨集, 1979, p. 1.
- 5) (財)特殊農産物協会, 薬用作物産地実態調査報告書, 1981. 3, p. 1.
- 6) 高木敬次郎, 原田正敏, 薬誌, **89**, 879, 887, 893 (1969).
- 7) S. Shibata, M. Nakahara, *Chem. Pharm. Bull.*, **11**, 372 (1963); S. Shibata, M. Nakahara, N. Aimi, *ibid.*, **11**, 379 (1963).
- 8) 吉崎正雄, 富森 毅, 吉岡成美, 難波恒雄, 薬誌, **97**, 916 (1977).
- 9) 清水岑夫, 橋本竹二郎, 石川 慧, 黒崎文也, 森田直賢, 薬誌, **99**, 432 (1979).
- 10) 長尾弓彦, 藤岡章二, 山本 馨, 岩田昭夫, 松岡敏郎, 武田研報, **35**, 146 (1976); 長尾弓彦, 藤岡章二, 岡本喜代治, 松岡敏郎, 武田研報, **40**, 201 (1981).
- 11) N. Aimi, M. Inaba, S. Shibata, *Tetrahedron*, **24**, 1825 (1969).
- 12) M. Nishizawa, T. Yamagishi, G. Nonaka, I. Nishioka, T. Nagasawa, H. Oura, *Chem. Pharm. Bull.*, **31**, 2593 (1983).
- 13) 堀越 司, 本間尚治郎, 石田晶吾, 西澤 信, 山岸 喬, 衛生試験所報告, **97**, 175 (1979).
- 14) 西澤 信, 山岸 喬, 堀越 司, 本間尚治郎, 生薬, **33**, 65 (1970).
- 15) 西澤 信, 山岸 喬, 道衛研所報, **32**, 60 (1982).
- 16) 西澤 信, 山岸 喬, 野中源一郎, 西岡五夫, 薬誌, **104**, 1244 (1984).
- 17) 西澤 信, 山岸 喬, 道衛研所報, **28**, 12 (1978); 西澤 信, 山岸 喬, 昭和53年度生薬の栽培と品質に関する討論会要旨集, 1979, p. 5.
- 18) 西澤 信, 山岸 喬, 堀越 司, 本間尚治郎, 道衛研所報, **30**, 12 (1980).
- 19) 試料数が53の場合, 相関係数が0.4433以上であると危険率0.1%で, 相関係数が0.3541以上であると危険率1%で正の相関がある。

- 20) 1977年と1981年の Paeoniflorin, Albiflorin および Oxypaeoniflorin の相関係数はそれぞれ, 0.7740, 0.9439 および0.7973, 1977年と1984年の相関係数はそれぞれ, 0.7716, 0.9274および0.8237, 1981年と1984年の相関係数はそれぞれ, 0.9390, 0.9711および0.8929であった。試料数が14の場合, 相関係数が0.6614以上であると危険率1%で正の相関がある。