

*Fritillaria walujewii*의 Alkaloid 성분

홍성숙, 김양일, 권용수, 김창민*

강원대학교 약학대학

Alkaloid Compounds of the Bulbus of *Fritillaria walujewii*

Seong-Sook Hong, Yang-Il Kim, Yong-Soo Kwon and Chang-Min Kim*

College of Pharmacy, Kangwon National University, Chun Cheon 200-701, Korea

Abstract – Four alkaloids were isolated from the *n*-BuOH extract of the bulbus of *Fritillaria walujewii* (Liliaceae). On the basis of spectroscopic evidences, the structures of these compounds were established as Alkaloid fr-5(11-deoxo-6-oxo-5 α ,6-dihydrojervine), delavinone, delavine and petilidine.

Keywords – *Fritillaria walujewii*: Liliaceae: bulbus: alkaloid: Alkaloid fr-5(11-deoxo-6-oxo-5 α ,6-dihydrojervine): delavinone: delavine: petilidine.

*Fritillaria*속 식물은 Family Liliaceae, Sub-family Lilioideae, Tribe Lilieae로 분류되고 북반구 온대지방에 100여종이 분포하고,¹⁾ 우리나라에는 패모 *Fritillaria ussuriensis*가 북부에 분포하고 있다.²⁾

본 속 식물의 인경은 일반적으로 패모라하여 해수, 옹저, 나력 등에 널리 사용하고 있지만³⁾ 그 기원은 나라마다 다르다. 우리나라와 일본은 *F. thunbergii*의 근경을 지정하고 있고,^{4,5)} 중국약전에는 천패모, 평패모, 이패모 및 절패모의 4종류를 각각 독립하여 수재하고 있는데 그 기원을 보면 천패모는 천패모 *F. cirrhosa*, 암자패모 *F. unibracteata*, 감숙패모 *F. przewalskii* 또는 능사패모 *F. delavayi*이고, 평패모는 평패모 *F. ussuriensis*이며, 이패모는 신강패모 *F. walujewii* 또는 이리패모 *F. pallidiflora*이고, 절패모는 절패모 *F. thunbergii*을 지정하고 있다. 또한 중국약전에서는 4개의 패모를 다시 모양과 크기에 따라 다시 세분하고 있지만 이들의 약리적인 차이나 임상응용에 대한 지표는 지정하지 않고 있다.⁶⁾

본 속 식물은 steroidal alkaloid가 주종을 이루고 있는데 Atta-ur-Rahman의 분류방법에 따르면 Ceveratrum-, Jerveratrum-, Solanidine-, Secosolanidine-, Spirosolane- 및 Pregnane-type이 함유되어 있고 그 중에서 가장 많이 분포하고 있는 화합물은 Ceveratrum type과 Jerveratrum type이다.⁷⁾ 이들 성분에 대한 종간의 차이에 대해서는 Chao와 Hu가 본 속 식물 12종에 대해서 HPLC에 의해 peimisine의 함유상을 비교, 보고한 바 있고,⁸⁾ Ding 등이 *F. cirrhosa*, *F. thunbergii*, *F. hupehensis*를 대상으로 verticine, verticinone, isovericine, ebeiedine 및 ebeiedinone의 분포상을 보고한 바 있을 뿐이다.⁹⁾ 그러나 종이나 품종간을 대상으로 주종을 이루고 있는 전체 성분군의 차이에 관한 연구는 찾아보지 못하였다. 또한 이들 alkaloid성분의 약리활성에 대해서는 peimine, peiminine을 대상으로 혈압강화작용, 진해작용, 진정작용 등을 연구보고한 바 있고,^{10,11)} Kaneko 등은 중국시장에서 입수한 *F. verticillata*, *F. delavayi*, *F. cirrhosa*를 대상으로 그 MeOH ext, crude alkaloid 및 이 식물에서 분리한 verticine, delavine, imperialine, chuanbeinone에 대하여 toxicity,

*교신저자 : Fax 0361-55-9041

antiulcer, anti-histamine, anti-choline, anti-serotonin, coronary dilator, cardiotropic, diuretic, anti-Parkinson 및 anti-writhing을 비교한 보고가 있을 뿐이다.¹²⁾

이상과 같이 패모는 중국약전에 4종류가 독립적으로 기재되어 있고, 같은 종류라 하더라도 기원식물이 다르며, 기원이 같은 경우에도 품종에 따라 외형이 다름에도 불구하고 그 성분상이나 약리활성에 따른 임상응용상의 차이를 제시하지 못하고 있어 그 성분상이나 약리활성에 대한 비교가 필요한 실정에 있다. 이에 본 연구자 등은 성분에 의한 패모 상호간의 차이를 밝힐 것을 목적으로 우선 그 함유 성분에 대한 보고가 미흡한 신강패모 *F. walujewii*를 대상으로 그 성분상을 밝히고자 하였다. 그 결과 Alkaloid fr-5(11-deoxy-6-oxo-5 α ,6-dihydroje-rvine), delavinone, delavine 및 petilidine을 분리규명하였기에 보고한다.

재료 및 방법

실험재료 - 신강패모(*F. walujewii*)를 1997년 8월, 중국의 성도 중약시장에서 구입하여 사용하였으며, 표본은 강원대학교 약학대학 생약표본실에 보관 중이다.

기기-용점은 Fisher-Johns의 melting point apparatus를 사용하였으며 온도는 보장하지 않았다. Infrared spectrum은 Bio-Rad FTS-7 spectrophotometer를 사용하여 KBr disc법으로 측정하였다. ¹H-NMR 및 ¹³C-NMR은 Varian Gemini-200을 이용하여 측정하였다. EI-MS는 Hewlett Packard Model 5972를 사용하여 측정하였다.

시약-각 분획의 추출용매 및 칼람 크로마토그래피용 용매는 공업용 용매를 재증류하여 사용하였다. TLC 전개용매 및 기타 시약은 일급 및 특급을 사용하였고, TLC plate는 Merck의 precoated Kieselgel 60 F₂₅₄, RP-18 F_{254s}를 사용하였으며, TLC plate의 발색시약으로는 Dragendorff spray reagent와 20% H₂SO₄를 사용하였다. 칼람 크로마토그래피용 충전제는 Merck의 Kieselgel 60(No. 7734 또는 9385)을 사용하였다.

추출 및 분리 - 신강패모(*Fritillaria walujewii*)의 인경을 분쇄한 다음 50% aqueous acetone을

가하고 70°C의 수욕상에서 4시간씩 6회 반복 추출한 후 감압농축하여 acetone을 유지시킨 후 수층을 얻었으며 이것을 ether와 *n*-BuOH로 순차적으로 추출 분획하여 *n*-BuOH 가용분획(2.97g)을 얻었다.

얻어진 *n*-BuOH 가용분획을 실리카겔을 충전제로 CHCl₃-MeOH(7:1)에서 CHCl₃-MeOH(2:1)까지 stepwise 칼람 크로마토그래피를 행하여 4개의 분획으로 나누었다. 이 중 Fr. 2에 대해 실리카겔을 충전제로 CHCl₃에서 CHCl₃-MeOH(9:1)까지 linear gradient 칼람 크로마토그래피를 행하여 화합물 1을 얻었다. 또한, Fr. 3에 대해 실리카겔을 충전제로 benzene-EtOAc-diethylamine(9:1:0.5)을 용매로 사용하여 칼람 크로마토그래피를 행하여 화합물 2, 3 및 4를 얻었다.

화합물 1 - MP: 231~232°C IR ν_{\max}^{KBr} cm⁻¹: 1698(C=O, six membered ketone); ¹H-NMR(200 MHz, CDCl₃) δ : 3.52(1H, br m, W_{1/2}=26 Hz, H-3 α), 1.63(3H, s, H-18), 0.94(6H, each 3H, d, *J*=4.0 Hz, 21 and 27-CH₃), 0.67(3H, s, H-19); ¹³C-NMR: Table 1 참조: EI-MS(*m/z*, rel. int): 427([M⁺](2), 412(22), 314(7), 125(38), 110(100).

화합물 2 - MP: 148~150°C IR ν_{\max}^{KBr} cm⁻¹: 3631(-OH), 2934 and 2876(trans-quinolizidine), 1623(C=O, six memb. ketone); ¹H-NMR(200 MHz, CDCl₃) δ : 3.49(1H, m, W_{1/2}=20.0 Hz, H-3 α), 1.07 and 0.81(6H, each 3H, d, *J*=6.0 Hz, 21 and 27-CH₃), 0.75(3H, s, H-19); ¹³C-NMR: Table 1 참조: EI-MS(*m/z*, rel. int): 413(M⁺)(37), 398(14), 356(22), 138(6), 112(55), 111(100), 98(25).

화합물 3 - MP: 218~222°C IR ν_{\max}^{KBr} cm⁻¹: 3400(-OH), 2726~2866(CH₂, CH₃), 2746(trans-quinolizidine), 1459(CH₂, CH₃); ¹H-NMR(200 MHz, CDCl₃) δ : 3.81(1H, m, W_{1/2}=10 Hz, H-3 α), 3.56(1H, m, W_{1/2}=20 Hz, H-6 α) 0.97(3H, d, *J*=1.6 Hz, 27-CH₃), 0.75(6H, each 3H, d, *J*=5.8 Hz, 19 and 21-CH₃); ¹³C-NMR: Table 1 참조: EI-MS(*m/z*, rel. int): 415([M⁺](43), 400(11), 358(20), 112(59), 111(100), 98(23).

화합물 4 - MP: 253~254.5°C IR ν_{\max}^{KBr} cm⁻¹: 3400(-OH), 2726~2800(CH₂, CH₃), 2750(trans-quinolizidine), 1459~1376(CH₂, CH₃); ¹H-NMR(200

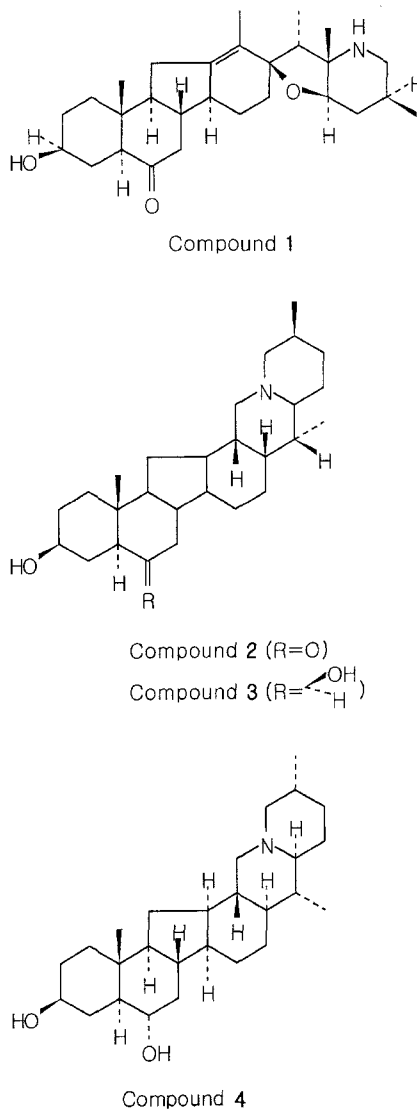
Table I. ^{13}C -NMR data of compounds 1~3 (CDCl_3) and 4 (pyridine- d_5)

Carbon No.	Compound 1	Compound 2	Compound 3	Compound 4
C-1	37.1	38.3	39.2	38.6
C-2	30.4	30.5	34.6	32.1
C-3	70.8	71.1	72.0	69.9
C-4	30.0	30.3	34.8	33.8
C-5	54.6	56.7	48.0	53.1
C-6	210.9	211.3	73.0	71.3
C-7	46.0	47.1	39.4	41.9
C-8	39.6	39.7	35.3	35.1
C-9	54.4	56.7	56.6	56.7
C-10	38.5	37.5	33.5	35.2
C-11	28.5	29.9	31.3	30.5
C-12	128.5	39.6	36.6	40.9
C-13	141.2	39.4	38.8	40.0
C-14	48.5	41.0	40.5	36.5
C-15	24.1	26.7	30.7	33.8
C-16	31.6	17.1	19.7	21.4
C-17	85.1	46.9	44.2	44.3
C-18	12.4	59.4	59.3	65.2
C-19	13.1	12.6	15.0	12.8
C-20	45.8	35.6	37.0	41.0
C-21	10.6	15.5	14.8	15.1
C-22	66.2	62.5	68.7	68.5
C-23	75.6	24.8	26.1	26.1
C-24	39.0	30.4	30.7	31.2
C-25	31.6	28.3	30.0	30.7
C-26	55.9	61.8	65.3	59.3
C-27	18.9	18.2	21.2	19.7

MHz, pyridine- d_5) δ : 3.95(1H, m, $W_{1/2}$ =23 Hz, H-3 α), 3.75(1H, m, $W_{1/2}$ =21 Hz, H-6 β) 0.89 (3H, s, H-27), 0.78(6H, each 3H, d, J =8.0 Hz, 19 and 21- CH_3); ^{13}C -NMR: Table 1 참조; EI-MS(m/z , rel. int): 415(M^+)(47), 400(13), 358 (23), 112(63), 111(100), 98(23).

결과 및 고찰

화합물 1은 Dragendorff's reagent에 양성반응을 나타내어 alkaloid임을 확인하였고, IR spectrum의 3264 cm^{-1} 에서 OH, 2930 cm^{-1} 에서 CH_2 , CH_3 , 2855 cm^{-1} 에서 NH, 2340 cm^{-1} 에서 CH_2 , CH_3 , 1698 cm^{-1} 에서 C=O, 1459 cm^{-1} 에서 C=C, 1343 cm^{-1} 에서 CH_3 , CH_2 , $1121\sim 1035\text{ cm}^{-1}$ 에서 C-O 및 $983, 929\text{ cm}^{-1}$ 에서 $\text{C}_{17}\text{-O-C}_{23}$ 흡수대가 나타나

**Fig. 1.** Structures of compounds 1, 2, 3 and 4.

는 것으로 보아 이 화합물은 steroidal alkaloid 계열임을 예측할 수 있었다.⁷⁾ Mass spectrum에서는 molecular ion peak가 m/z 427에서 나타나고 E ring이 깨지면서 생성된 fragmentation ion peak인 m/z 125가 나타나며 base peak가 m/z 110에서 나타나므로 이 화합물은 side chain이 jervertrum group 형태인 C-nor-D-homosteroid임을 추정할 수 있었다.^{13,14)} ^1H -NMR spectrum의 3.52 ppm에서 나타나는 multiplet은 hydroxyl기를 가지는 3번의 proton이 α 위로 존재한다는 것을 나타내며, 1.63 ppm에서 나타나는 sin-

glet은 18번의 methyl기임을 알 수 있었다. 또한, $^1\text{H-NMR}$ spectrum의 0.94 ppm에서 $J=4.0$ Hz의 doublet이 나타나고 $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum의 10.6, 18.9 ppm에서 signal이 각각 나타나는 것으로 보아 21번의 methyl기가 α 위, 27번의 methyl기가 β 위로 존재함을 알 수 있었으며, $^1\text{H-NMR}$ spectrum의 0.67 ppm에서 singlet이 나타나고 $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum의 13.1 ppm에서 signal이 나타나는 것으로 보아 19번의 methyl기가 β 위로 존재함을 알 수 있었다.¹⁴⁾ $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum에서 210.9 ppm에서 나타나는 signal을 통해 6번의 탄소가 ketone형태로 존재함을 알 수 있었고, 141.2 ppm과 128.5 ppm에서 나타나는 각각의 signal은 그 위치로 볼때 13번과 12번의 carbon signal임을 알 수 있었다.

이상의 결과와 문헌^{7,13,14)}을 비교하여 화합물 1을 3 β -hydroxy-5 α -jervanin-6-one-12-ene 즉, Alkaloid fr-5(11-deoxo-6-oxo-5 α ,6-dihydrojervine)으로 동정하였다.

화합물 2는 Dragendorff's reagent에 양성반응을 나타내어 alkaloid임을 확인하였고, IR spectrum의 3631 cm^{-1} 에서 -OH, 2924, 2876 cm^{-1} 에서 transquinolizidine 및 1623 cm^{-1} 에서 C=O 흡수대가 나타나는 것으로 보아 이 화합물은 steroidal alkaloid 계열임을 예측할 수 있었다.^{7,15)} Mass spectrum에서는 molecular ion peak가 m/z 413에서 나타나고, E ring이 깨지면서 생성된 fragmentation ion peak인 m/z 111이 base peak로 나타나므로 이 화합물은 C-20 위치에 hydroxyl기가 없는 5 α -cevanone type의 alkaloid임을 추정할 수 있었다.¹⁶⁻¹⁸⁾ $^1\text{H-NMR}$ spectrum의 3.49 ppm에서 $W_{1/2}=20$ Hz의 multiplet이 나타나는 것으로 보아 3번의 proton이 α 위로 존재하며 hydroxyl기를 지닌 탄소에 연결된 proton임을 알 수 있었으며, $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum의 71.1 ppm에서 3번 carbon의 signal이 나타나는 것으로 보아 3번에 치환된 hydroxyl기는 β 위로 존재함을 알 수 있었다.¹⁵⁾ $^1\text{H-NMR}$ spectrum의 1.07 ppm에서 $J=6.0$ Hz의 doublet이 나타나고 $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum의 12.6, 15.5, 18.2 ppm에서 signal이 나타나는 것으로 보아 27, 19번의 methyl이 β 위, 21번의 methyl이 α 위로 존재하는 (25S)-5 α -cevanone 골격임을 알

수 있었으며, 211.3 ppm에서 나타나는 signal을 통해 6번의 탄소가 ketone 형태로 존재함을 알 수 있었다. 또한, C-18, C-22, C-16의 signal이 59.4, 62.5, 17.1 ppm에서 나타나 verticinone의 그것보다 upfield 되어 나타나므로 이 구조는 D/E cis juncture임을 알 수 있었다.¹⁵⁾

이상의 결과와 문헌^{7,15-18)}을 비교하여 화합물 2를 (22S, 25S)-5 α ,17 β -cevanone-3 β -ol-6-on 즉, delavinone으로 동정하였다.

화합물 3은 Dragendorff's reagent에 양성반응을 나타내어 alkaloid임을 확인하였고, IR spectrum에서 3350 cm^{-1} 에서 -OH, 2765~2710 cm^{-1} 에서 CH_2 , CH_3 , 2737 cm^{-1} 에서 transquinolizidine 흡수대가 나타나는 것으로 보아 이 화합물은 steroidal alkaloid 계열임을 예측할 수 있었다.^{7,15)} Mass spectrum에서는 molecular ion peak가 m/z 415에서 나타나고, E ring이 깨지면서 생성된 fragmentation ion peak인 m/z 111이 base peak로 나타나므로 이 화합물은 C-20 위치에 hydroxyl기가 없는 5 α -cevanone type의 alkaloid임을 추정할 수 있었다.¹⁶⁻¹⁸⁾ $^1\text{H-NMR}$ spectrum의 3.81 ppm에서 $W_{1/2}=10$ Hz의 multiplet, 3.56 ppm에서 $W_{1/2}=20$ Hz의 multiplet이 나타나는 것으로 보아 3번과 6번의 탄소에 hydroxyl기가 치환되어 있음을 알 수 있었고, $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum의 72.0 ppm과 73.0 ppm에서 3번과 6번의 carbon의 signal이 각각 나타나는 것으로 보아 3번과 6번에 치환된 hydroxyl기는 모두 β 위로 존재함을 알 수 있었다.¹⁵⁾ $^1\text{H-NMR}$ spectrum의 0.97 ppm에서 $J=1.6$ Hz의 doublet이 나타나므로 C-25에 β -axial methyl group이 존재함을 알 수 있었고, 또한 $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum의 14.8, 15.0, 21.2 ppm에서 나타나는 각각의 signal들로 미루어 볼 때 19, 27번의 methyl이 β 위, 21번의 methyl이 α 위로 존재하는 (25S)-5 α -cevanone 골격임을 알 수 있었으며 C-18, C-22, C-16의 signal이 59.3 ppm, 68.7 ppm, 19.7 ppm에서 verticinone의 그것보다 upfield 되어 나타나므로 이 구조는 D/E cis juncture임을 알 수 있었다.¹⁵⁾

이상의 결과와 문헌^{7,15-18)}을 비교하여 화합물 3을 (22S, 25S)-5 α ,17 β -cevanone-3 β ,6 β -diol 즉, delavine으로 동정하였다.

화합물 4는 Dragendorff's reagent에 양성반응을 나타내어 alkaloid임을 확인하였고, IR spectrum에서 3400 cm^{-1} 에서 -OH , $2726\sim 2800\text{ cm}^{-1}$ 에서 CH_2 , CH_3 , 2750 cm^{-1} 에서 trans quino-
lidine 흡수대가 나타나는 것으로 보아 이 화합물은 steroidal alkaloid계열임을 예측할 수 있었다.⁷⁾ Mass spectrum에서는 molecular ion peak가 m/z 415에서 나타나고, E ring이 깨지면서 생성된 fragmentation ion peak인 m/z 111이 base peak로 나타나므로 이 화합물은 C-20 위치에 hydroxyl기가 없는 5α -cevine type의 alkaloid임을 추정할 수 있었다.¹⁶⁻¹⁸⁾ ^1H -spectrum의 3.75 ppm 에서 $W_{1/2}=23\text{ Hz}$ 의 multiplet, 3.95 ppm 에서 $W_{1/2}=21\text{ Hz}$ 의 multiplet이 나타나는 것으로 보아 3번과 6번의 탄소에 hydroxyl기가 치환되어 있음을 알 수 있었고, ^{13}C -NMR spectrum의 69.9 ppm 과 71.3 ppm 에서 3번과 6번의 carbon의 signal이 각각 나타나는 것으로 보아 3번의 hydroxyl기가 β 위로, 6번의 hydroxyl기가 α 위로 존재함을 알 수 있었다.⁷⁾ ^1H -NMR spectrum의 0.89 ppm 에서 singlet, 0.78 ppm 에서 $J=8.0\text{ Hz}$ 의 doublet이 나타나고, ^{13}C -NMR spectrum의 $12.8, 15.1, 19.7\text{ ppm}$ 에서 나타나는 각각의 signal들로 미루어 볼때 19번의 methyl이 β 위로, 21번과 27번의 methyl기가 α 위로 위치함을 알 수 있었다. 또한, C-18, C-22, C-16의 signal이 $65.2, 68.5, 21.4\text{ ppm}$ 에서 나타나 화합물 3의 그것보다 downfield 되어 나타나므로 이 구조는 D/E trans juncture임을 추정할 수 있었다.¹⁸⁾

이상의 결과와 문헌^{7,16-18)}을 비교하여 화합물 4를 $3\beta,6\alpha$ -dihydroxy- $5\alpha,14\alpha,17\alpha$ -cevanine 즉, petilidine으로 동정하였다.

결 론

신강패모(*Fritillaria walujewii*)의 aqueous acetone 추출액을 ether와 *n*-BuOH로 분획하고 그중 *n*-BuOH 분획을 대상으로 column chromatography를 실시하여 4개의 화합물을 단리하였다. IR, UV, ^1H 및 ^{13}C -NMR 등의 spectral data와 문헌을 비교하여 단리된 4개의 화합물을 각각 Alkaloid fr-5(11-deoxy-6-oxo- $5\alpha,6$ -dihy-

drojervine), delavinone, delavine 및 petilidine으로 동정하였으며, 이 화합물들은 이 식물로부터는 처음으로 분리된 화합물들이다.

인용문헌

1. 中國科學院中國植物志編纂委員會 (1978) 中國植物志 14. 科學出版社, 97.
2. 이창복 (1982) 대한식물도감, 향문사, 211.
3. 江蘇新醫學院編 (1977) 中藥大辭典 上冊, 上海科學技術出版社, 266.
4. 보건사회부 (1984) 대한약전의 생약규격집, 보건사회부, 146.
5. 厚生省藥務局審査課 (1991) 日本藥局方外 生藥規格集, 藥事日報社, 46.
6. 中華人民共和國藥典委員會 (1990) 中華人民共和國藥典, 北京人民衛生出版社, 244.
7. Atta-ur-Rahman (1990) Hand book of natural product, Elsevier, 348.
8. Chao, R. B. and Hu, L. (1993) Study on analysis of peimisine in bulbus *Fritillariae* by HPLC, *Acta Pharmaceutica Sinica* 28: 705-708.
9. Kan, D., Lin, G., Ho, Y. P., Cheng, T. Y. and Li, P. (1996) Prederivatization and high-performance liquid chromatographic analysis of alkaloid of bulbs of *Fritillaria*, *Journal of Pharmaceutical Sciences* 85: 1174-1179.
10. Kitajima, J., Noda, N., Ida, Y., Miyahara, K. and Kawasaki, T. (1981) Steroid alkaloids of fresh bulbs of *Fritillaria thunbergii* and of crude drug "Bai-Mo", *Heterocycles* 15: 791-796.
11. Qian, B. C. and Xu, H. J. (1985) Antitussive and sedative effects of peimine and peiminine, *Acta Pharmaceutica Sinica* 20: 306-308.
12. 金子光, 勝原孝雄, 吉田問利, 陳玉盤, 許源 (1985) 漢藥貝母의藥理活性について, 和韓醫藥學會誌 2: 496-497.
13. Mimaki, Y. and Sashida, Y. (1989) Studies on the chemical constituents of the bulbs of *Fritillaria camtschaticensis*, *Chem. Pharm. Bull.* 38: 1090-1092.
14. Qian, Z. Z. and Nohara, T. (1995) Steroidal alkaloids of *Fritillaria maximowiczii*, *Phytochemistry* 40: 979-981.
15. Kaneko, K., Katsuhara, T., Mitsunashi, H., Chen, Y. P., Hsu, H. Y. and Shiro, M. (1985) Isolation and structure elucidation of new alkaloids from *Fritillaria delavayi*, *Chem. Pharm.*

Bull. 33: 2614-2617.

16. Min, Z. D., Qian, J. F., Linuma, M., Tanaka, T. and Mizuno, M. (1986) Two steroidal alkaloids from *Fritillaria harelinii*. *Phytochemistry* 25: 2008-2009.
17. Ori, K., Mimaki, Y., Sashida, Y., Nikaido, T. and Ohmoto, T. (1992) Cerveratrum alkaloids from bulbs of *Fritillaria persica*. *Phytochemistry* 31: 3605-3607.
18. Lin, G., Ho, Y. P., Li, P. and Li, X. G. (1995) Puquiedinone, a novel 5 α -cevanine alkaloid from the bulbs of *Fritillaria puquiensis*, an antitussive traditional Chinese medicine. *Journal of Natural Products* 58: 1662-1667.

(1998년 3월 30일 접수)