생 약 학 회 지
Kor. J. Pharmacogn.
19(4): 233~238 (1988)

잔잎바디 뿌리의 成分에 관한 硏究

成百宇* · 禹源植** · 陸昌洙*
慶熙大學校 藥學大學*, 서울大學校 生藥硏究所**

Studies on the Constituents of the Root of *Angelica flaccida* Kommarov

Baek Woo Seong*, Won Sick Woo** and Chang Soo Yook*
Kyung Hee University, College of Pharmacy, Seoul, Korea*
Natural Products Research Institute, Seoul National University, Seoul, Korea**

Abstract—*Angelica flaccida* Kom. is a herbal plant growing wild in the marsh of valley in Korea. It has been used for sedative and analgesic as a folk medicine, but its constituents have not been clarified yet. Five known coumarins such as iso-imperatorin, decursidin, (−) anomalin, decursin, decursinol and two sterols such as β-sitosterol and stigmasterol were isolated from the root of this plant, Their structures were identified by the UV, IR, NMR, mass data and the physico-chemical properties.

Keywords—*Angelica flaccida* Kommarov • Umbelliferae • linear dihydropyranocoumarin • angular dihydropyranocoumarin • iso-imperatorin • decursidin, (−) anomalin • decursin • decursinol • β-sitosterol • stigmasterol

잔잎바디 *Angelica flaccida* Kommarov는 미나리과(Umbelliferae)에 속하는 다년생 草本으로서 줄기는 곧게 서며 높이는 약 1~1.5 m, 꽃은 複繖形花序로서 순백색으로 8~9월에 피고 열매는 10월에 成熟하며 타원형으로 二分果를 이루고 우리나라 中部 및 中國 東北部地方 全域의 野山 및 低濕地에 自生한다. 本 *Angelica* 屬植物은 식물분류학적으로 구별이 매우 어렵고, 외부형태학적으로 비슷한 점이 많아 지금까지는 果實에 의한 剖見으로 그 系統을 추구하였다.

이 식물은 처음 Kommarov(1903)에 의하여 *Angelica flaccida* Kommarov로 命名하였으나 그 후에 Kitagawa(1935)는 *Angelica czernaevia* kitagawa로 命名하였다.[1~7]

Angelica屬 植物의 成分에 關한 硏究로는 有馬[8]가 처음 바디나물 뿌리에서 furanocoumarin 系인 nodakenetin을 分離하여 그 구조를 제시하였으나 후에 E. Späth에 의하여 정정되었다.[9]

Hata[10] 등은 개구릿대 *Angelica anomala* Lall.뿌리에서 angular pyranocoumarin인 (−) anomalin을 單離 보고하고 계속하여 처녀바디 *Angelica cartilaginomarginata* Nakai에서 (−) anomalin을 Hata,[10] Sano[11] 등은 바디나물 뿌리에서 linear dihydropyranocoumarin인 (+) methyldecurcinol, decursin, decursinol, decursidin 등을 보고 하였다. 陸은 바디나물 과실[12]에서 iso-imperatorin, imperatorin, bergapten, umbelliferone, badinin 등을, 흰꽃바디나물 뿌리에서[13] decursidin, decursin, umbelliferone, nodakenetin을 分離하였다.

최근 지형준, 김현수 등은 바디나물 뿌리에서 精油成分인 α-pinene(7%)을 확인하였다.[14]

Okuyama(1982) 등은 中國產 수입 시판품인 바디나물 *Angelica decursiva* Fr. et Sav. 뿌리에서 decursidin, bergapten, nodakenetin, nodakenin 및 새로운 coumarin으로서 Pd(Peucedanin)-C-I,

Pb-C-II, Pd-C-III,[15]을 1984년에는 Pd-C-IV, Pd-C-V 및 AD-I을 보고하였으며[16] 1986년에는 새로운 coumarin 배당체인 decuroside I, II, III, IV, V를 분리하였다.[17]

잔잎바디 *Angelica flaccida* Kom.는 우리나라에 비교적 많이 自生하고 있으며 陸등이 과실의 부견에 대하여 發表한 바는 있으나[4] 아직까지 成分硏究가 없음에 着眼하여 잔잎바디의 뿌리를 에텔 및 메탄올로 추출하고 이 에텔 엑기스를 column chromatography하여 sterol 혼합물과 1개의 furanocoumarin과 3개의 linear dihydropyranocoumarin과 1개의 angular dihydropyranocoumarin을 單離하였으며 機器分析 및 理化學的 實驗을 通하여 sterol은 stigmasterol과 β-sitosterol의 혼합물로 furanocoumarin은 iso-imperatorin으로, linear dihydropyranocoumarin은 各各 decursidin, decursin, decursinol로, angular dihydropyranocoumarin은 (−) anomalin로 同定하였다.

實 驗

1. 實驗材料

本 實驗에 使用한 材料는 1987년 7~10月 사이 경기도 광능일대 포천옆山, 남한산성, 천마산, 백봉산에서 잔잎마디 뿌리를 採取하여 건조한후 細切한 것을 使用하였다.

2. 分析機器

Mp는 Thomas Hoover Capillary Melting Point Apparatus를 IR는 Perkin Elmer 283B를 ^{1}H-NMR 및 ^{13}C-NMR는 Varian FT 60A 및 80A, Brucker AM200 및 300을 MS는 Hewlett Packard 5985B를 UV는 spectrophotometer: MPS-5000(Shimadzu Co)를 optical rotation은 JASCO-140를 HPLC는 Waters Prep. LC 500를 각각 사용하였다.

3. 成分의 抽出 및 分離

잔잎바디 0.72 kg에 Et_2O 7 *l*을 加하여 2주간씩 3回 冷浸하고 溶媒를 유거한 후 적갈색엑기스를 얻었다.

이 Et_2O 엑기스를 전개용매로 N-hexane : EtOAc(9 : 1, 5 : 1, 3 : 1, 2 : 1, 1 : 1)을 사용하여, silicagel column chromatography를 행하여 各各의 成分을 分離하였다.

1) 化合物 I

化合物 I 은 전개용매 N-hexane : EtOAc(5 : 1)에서 얻은 물질로서 MeOH에서 4회 再結晶하여 白色무정형분말을 얻었다. GC : (10% SE30 Chromosorb WHP, 1/4 inch×2 m ; Detect temp., 270° ; Inj. temp., 290° : Column temp. ; 265° ; Carrier gas, N_2(40 ml/min)) t_R(A : 35.61 min, B : 41.31 mm), GC-Mass *m/z*(rel. int.) : A, 412 (M^+), 394([M−H_2O]$^+$, 5.8), 379([394−CH_3]$^+$, 3.6), 271([M−sidechain−H_2]$^+$, 36.3) 255([M−sidechain−H_2O]$^+$, 35.5) B, 414(M^+), 396([M−H_2O]$^+$, 23.8), 381([396−CH_3]$^+$, 13.4) 273([M−sidechain−H_2]$^+$, 18.6), 255([273−H_2O]$^+$, 29.4).

2) 化合物 II

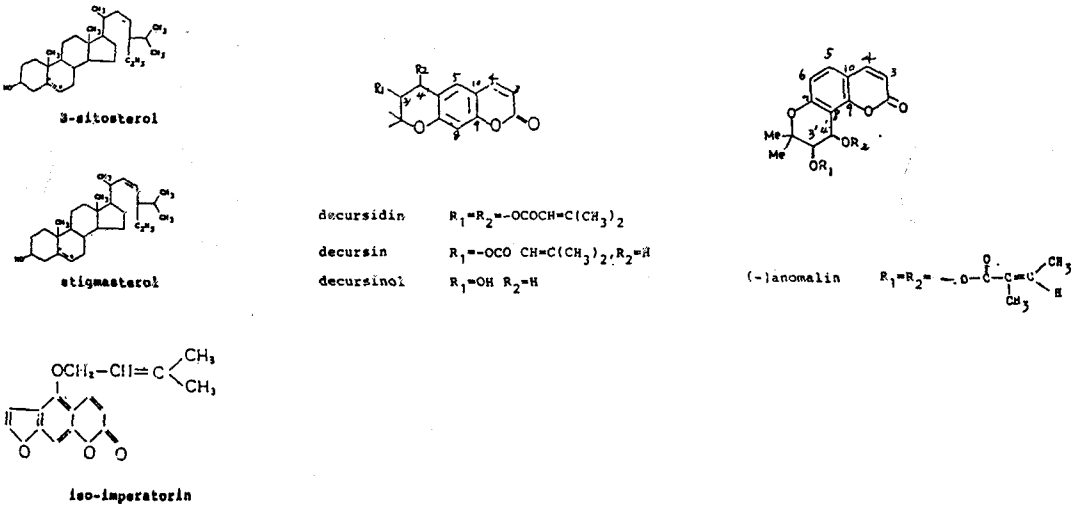
N-hexane : EtOAc(5 : 1)에서 얻어진 물질로, MeOH로 4회 再結晶하여 m.p. 108~109°의 무색침상결정을 얻었다. IRν_{max}^{KBr} cm^{-1} : 1730(C=O), 1400~1600(aromatic−C=C−), 1080(benzofuran) ; ^{1}H-NMR(60 MHz, DMSO-d_6)δ : 1.70, 1.80(3 H, each, s, gem-$(CH_3)_2$), 4.92(2 H, d, *J*=6.9 Hz, −CH_2−CH−), 5.55(1H, m, −CH_2−CH), 6.26(1H, d, *J*=9.5 Hz, H−3), 6.95(1H, dd, *J*=2.4 and 1.0 Hz, H−a) 7.15(1H, d, *J*=1.0 Hz, H−8) 7.59(1H, d, *J*=2.4 Hz, H−b), 8.15(1H, d, *J*=9.5 Hz H−4).

3) 化合物 III

N-hexane : EtOAc(5 : 1)에서 얻어진 물질로, 감압승화법으로 3회 精製하여 m.p 60~61°의 미황색 분말을 얻었다. $[\alpha]_D^{33}$ −44.8°(MeOH); IRν_{max}^{KBr} cm^{-1} : 1724(C=O), 1400~1600(aromatic−C=C−) ; ^{1}H−NMR(60 MHz, $CDCl_3$)δ : 1.40, 1.47(3 H, each, s, gem-$(CH_3)_2$) 1.92, 1.93, 2.16, 2.23(3H, each, d, *J*=1.5 Hz, −CH=C$(CH_3)_2$×2), 5.27(1H, d, *J*=5.5 Hz, H−3′), 5.70(2H, m, −CH=C$(CH_3)_2$×2), 5.98(1 H, d, *J*=5.5 Hz. H−4′), 6.21(1H, d, *J*=9.5 Hz, H−3), 6.70(1H, s, H-5), 7.08(1H, s, H-8), 7.60(1H, d, *J*=9.5 Hz, H−4).

4) 化合物 IV

N-hexane : EtOAc(3 : 1)에서 얻어진 물질



Structure of sterols and coumarins isolated from *A flaccida* Kom.

로 N-hexane : EtOAc로 4회 再結晶하여 m.p. 174.5~175.0°의 白色針狀結晶을 얻었다. (yield 0.55%).

$[\alpha]_D^{17}$ −49.9°($CHCl_3$), $[\alpha]_D^{17}$ −24.36°(EtOH); $IR\nu_{max}^{KBr}$ cm^{-1} : 1725(C=O), 1400~1600(aromatic —C=C—) 1130, 1210(CO—) ; UV λ_{max}^{MEOH} nm : 257.5, 323.5 ; MS *m/z*(rel. int.) : 426(M^+), 326 ($[M-C_5H_8O_2]^+$, 1.4), 243($[343-C_5H_8O_2]^+$, 3.4) 244($[343-C_5H_8O_2]^+$, 2.5), 311($[326-CH_3]^+$, 2.7), 229($[244-CH_3]^+$, 18.4), 83 ($C_5H_7O^+$, 100) 55($[C_5H_7O-CO]^+$, 43) ; ^1H-NMR(300 MHz, DMSO-d_6)δ : 1.43(6H, s, gem-$(CH_3)_2$), 1.75, 1.79(3H, each, d, J =1.4 Hz, C·$\underline{CH_3}$=CH·CH_3×2), 186, 1.88(3H, each, d, J=7.2 Hz C·CH_3=CH·CH_3×2), 5.39 (1H, d, J=4.8 Hz, H—3′), 6.08(1H, qq, J=7.2 and 1.4 Hz, C·CH_3=$\underline{CH}(CH_3)$ 6.19(1H, qq, J=7.2 and 1.4 Hz, C·CH_3=$\underline{CH}$·CH_3), 6.29 (1H, d, J=9.5 Hz, H—3) 6.54(1H, d, J= 4.8 Hz, H—4′), 6.90(1H, d, J=8.5 Hz, H—6), 7.65(1H, d, J=8.5 Hz, H—5), 7.99(1H, d, J=9.5 Hz, H—4); ^{13}C-NMR(DMSO-d_6)δ: 15.4, 15.6 (−C·CH_3=CH$\underline{CH_3}$×2), 20.4, 20.4 (−C·$\underline{CH_3}$=CH·CH_3×2), 22.3, 24.9(gem—$(CH_3)_2$), 60.2(C—4′), 70.0(C—3′), 77.5(C—2′), 107.0(C—8), 112.9(C—10), 112.9(C—3) 114.6(C—6), 129.7, 127.0(−$\underline{C}$·CH_3=$CHCH_3$ ×2), 130.3(C—5), 137.8, 139.7(−C·CH_3= CH·CH_3×2), 144.6(C—4), 153.8(C—9), 156.3 ($\underline{C}$—7), 159.5(C—2), 165.8, 166.0(—O—CO —×2).

5) 化合物 V

N-hexane : EtOAc(3 : 1)에서 얻은 물질로, EtOH에서 4회 再結晶하여 m.p. 110~111°의 prism 狀結晶을 얻었다. $[\alpha]_D^{15}$ +172.9°($CHCl_3$); $IR\nu_{max}^{KBr}$ cm^{-1} : 1725(C=O), 1400~1640(aromatic −C=C−); ^1H-NMR(60 MHz, $CDCl_3$)δ : 1.39 (6H, s, gem-$(CH_3)_2$), 1.88, 2.13(3H, each, d, J=1.0 Hz, CH=C$\underline{(CH_3)_2}$, 3.00(2H, m, H—4′), 5.00(1H, t, J=5.0 Hz, H—3′), 5.59 (1H, m, −$\underline{CH}$=C·$(CH_3)_2$), 6.02(1H, d, J= 9.5 Hz, H—3), 6.61(1H, s, H—5), 7.07(1H, s, H—8), 7.45(1H, d, J=9.5 Hz, H—4).

6) 化合物 VI

N-hexane : EtOAc(1 : 1)에서 얻은 물질로, MeOH로 4회 再結晶한바 m.p. 177~178°의 무색침상結晶을 얻었다. $[\alpha]_D^{17}$ +104.2°(EtOH);

$IR\nu_{max}^{KBr}$ cm^{-1} ; 3510(−OH), 1720(C=O), 1400 ~1600(aromatic—C=C—); ^1H—NMR(60 MHz, $CDCl_3$)δ : 1.40(6H, s, gem×$(CH_3)_2$), 2.65 (1H, brs, OH), 2.99(2H, m, H—4′), 3.88(1H, t, J=5.0 Hz, H—3′), 6.20(1H, d, J=9.5 Hz,

H—3), 6.72(1H, s, H—5), 7.18(1H, s, H—8), 7.58(1H, d, J=9.5 Hz, H—4).

4. 化合物 Ⅳ의 加水分解

Compound IV 100 mg을 dioxane 10 ml에 용해시킨후 0.5N-KOH 5 ml을 넣고 60°에서 1시간 동안 reflex한 후 2N-H_2SO_4으로 中和하고 $CHCl_3$으로 抽出하였다.

常法에 따라 silicagel column chromatography를 행하여(전개제 N-hexane ; acetone(3 : 1)) (+) *cis*-khellactone, (−) *trans*-khellactone, angelic acid를 얻었다.[18,19] Angelic acid는 m.p. 45의 침상결정으로 승화성이었다. (+) *cis*-khellactone, m.p. 171~174°, $[\alpha]_D^{23}$+82.3 ($CHCl_3$); MS m/z(rel. int.); 262(M^+, 8.5), 247($[M-CH_3]^+$, 10.3), 191($C_{10}H_7O_4^+$, 100), 162 ($C_9H_6O_3^+$, 42.8), 134($C_8H_6O_2^+$, 71.4), 107($C_7H_7O^+$, 40); ^{1}H-NMR(200 MHz, $CDCl_3$)δ : 1.41, 1.47(3H each, s, gem-$(CH_3)_2$), 3.25, 4.18 (1H, each, brs, OH×2), 3.87(1H d, J=5.0 Hz, H—3′), 5.21(1H, d, J=5.0 Hz, H—4′), 6.26 (1H, d, J=9.5 Hz, H—3), 6.80(1H, d, J= 8.6 Hz, H—6), 7.33(1H, d, J=8.6 Hz, H—5), 7.67(1H, d, J=9.5 Hz, H—4).

(−) *trans*-khellactone m.p. 182~185°, $[\alpha]_D^{23}$ −19.0°($CHCl_3$); ^{1}H-NMR(200 MHz, $CDCl_3$) δ : 1.31 1.53(3H, each, s, gem-$(CH_3)_2$), 2.94, 4.30(1H, each, brs, OH×2), 3.85(1H, d, J=6.8 Hz, H—3′), 5.00(1H, d, J=6.8 Hz, H—4′), 6.26(1H, d, J=9.5 Hz, H—3), 6.79 (1H, d, J=8.6 Hz, H—6), 7.32(1H, d, J= 8.6 Hz, H—5), 7.66(1H, d, J=9.5 Hz, H—4).

實 驗 結 果

1. Sterol(化合物 Ⅰ)

이 화합물은 Liebermann-Burchard 反應에서 陽性(pink→blue→green)이므로 phytosterol임을 예지하고 GLC의 결과로 물질 Ⅰ은 두가지 혼합물임을 알았으며 GC-MS에서 분자량 412, 414로, stigmasterol과 β-sitosterol의 混合物임을 확인하고, 기름나물뿌리에서 분리한, stigmasterol과 β-sitosterol[31] 標品과 同一조건에서 gasc hromatography 한 결과 시료의 retention time (35.617, 41.317 min)이 표品의 그것과 일치 하였다.

2. Furanocoumarin(化合物 Ⅱ)

이 화합물은 IR-spectrum에서 1730 cm^{-1}에 coumarin核의 carbonyl, 1080 cm^{-1}에서 benzofuran核에 기인하는 peak들을 관찰할 수 있었으며 ^{1}H-NMR에서는 각각 1개의 proton이 J value 9.5 및 2.4 Hz인 2쌍의 doublet가 6.26, 8.15 ppm 및 6.95, 7.59 ppm에 나타나 있으며 H-a가 long range compling된 것으로 미루어 보아 C-8에 치환기가 없는 furanocoumarin으로 예측하였고 dimethylallyl기에 해당하는 signal이 있는 것으로 미루어 보아 iso-imperatorin으로 豫知하고 authentic sample과 혼용시험 해본 결과 융점강하가 없음으로 iso-imperatorin으로 同定하였다.

3. Linear dihydropyranocoumarin

(화합물 Ⅲ. Ⅴ. Ⅵ)

이들 化合物은 IR spectrum에서, 1730 cm^{-1} 부근에 carbonyl이 나타나 있었고 1400~1600cm^{-1}에 aromatic ring에 기인하는 peak를 관찰할 수 있었고 ^{1}H-NMR에서 6 ppm 이하의 저자장에서 J value 9.5 Hz의 doublet이 2개 있는 것으로 보아서 coumarin核을 가진 物質임을 豫知하였으며 6.78, 7.38 ppm 부근에서 각각 1개式의 singlet이 나타나 있는 것으로 보아서 5位 및 8位의 炭素에 붙어있는 proton임을 豫知할 수 있었다. 또한 *gem*-dimethyl기의 signal이 1.4 ppm 부근에 나타난 것으로 미루어 보아 이들 화합물은 seselin核을 가진 angular coumarin이 아니고 xanthyletin核을 가지고 있는 linear coumarin임을 알 수 있었다.

또한 1.9, 2.15 ppm 부근에 나타나있는 J value 1.0~1.5 Hz의 한쌍의 doublet과 5.65 ppm 부근에 나타나있는 1개의 mutiplet는 senecioyl기의 peak로서, 化合物 Ⅲ에는 2개, 化合物 Ⅴ에는 1개의 senecioyl기의 존재를 예지할 수 있었으나 化合物 Ⅵ에는 없었다. 3′, 4′ 炭素에 붙은 proton은 化合物 Ⅲ에서는 5.27 및 5.70 ppm에 J value 5.5 Hz의 doublet로, 化合物 Ⅴ에서는 5.0 ppm에 J value 5.0 Hz의 triplet과 3.0 ppm에

multiplet로, 化合物 Ⅵ에서는 3.88 ppm에 J value 5.0 Hz의 triplet과 3.0 ppm 부근에 multiplet로 나타나 있으므로 化合物 Ⅲ은 decursidin, 化合物 Ⅴ은 decursin, 化合物 Ⅵ은 decursinol로 추정되었고 mp, IR, co-TLC, ^{1}H-NMR spectrum data가 文獻値와 一致하였으며 표품과의 혼용시험결과 융점강하가 없었으므로 화합물 Ⅲ은 decursidin,[13,15] 화합물 Ⅴ는 decursin[13] 화합물 Ⅵ는 decursinol[10,11]로 각각 同定하였다.

4. Angular dihydropyranocoumarin (化合物 Ⅳ)

化合物 Ⅳ는 비선광도가 $[\alpha]_D^{17}$ −49.9°($CHCl_3$), −24.36°(EtOH)이며, 1725 cm^{-1} 부근에서 ester와 lactone carbonyl을 1600 cm^{-1} 부근에서 aromatic ring에 기인하는 peak들이 나타나 있으며 UV-spectrum에서 seselin type coumarin의 흡수극대 문헌치와 일치하는 흡수대가 208.0, 257.0, 320.0 nm 부근에서 나타났으며, ^{1}H-NMR spectrum에서 저자장에 3쌍의 doublet(J= 9.5 Hz, 8.5 Hz, 4.8 Hz)이 나타나 있고 singlet이 없는 點으로 미루어보아 이물질은 angular dihydroxydihydropyranocoumarin인 khellactone系 物質일 것으로 추정하였다.

J value 9.5 Hz의 peak는 3,4位 炭素에 붙은 proton으로, J value 8.6 Hz의 peak는 5,6位 炭素에 붙은 proton으로, J value 4.8 Hz의 peak는 3′, 4′位의 炭素에 붙은 proton으로 귀속된다.

3′, 4′位의 탄소에 붙은 proton의 chemical shift가 5.00 ppm 이하의 저자장에 나타나 있으며, angeloyl基 두 分子에 해당하는 peak들이 관찰되었으므로 이 化合物은 (−) anomalin으로 예측하였다.

Mass spectrum에서 分子量은 426이고 seselin核에 기인하는 ion peak가 229에 나타났으며 angeloyl基의 peak가 m/z 83에 나타나 있으므로 본 化合物이 anomalin이라는 것을 뒷바침하여 준다. 또한 ^{13}C-NMR spectrum도 旣報告된 anomalin의 data와 일치하므로 本物質이 anomalin인 것을 확증하여 주었다.[18,21,22] 화합물 Ⅳ를 알카리 분해한 결과 예상대로(+) cis-khellactone, (−) trans khellactone 및 angelic acid를 얻었다.

考 察

잔잎바디 *Anglica flaccida* Kommarov 뿌리에서 分離된 iso-imperatorin[23]은 *Ammi majus* L., *Angelica koreana* Max., *A. decurdiva* Fr. et Sav., *A. archangelica* L., *A. dahurica* Benth et Hook var. *dahurica*, *A. formosana* Boiss, *A. genuflexa* Nutt., *A.japonica* Gray, *A.silverstris* L. *Archangelica decurrens* Ledeb., *Cnidium dubium* Thell., *C. monnieri* Cuss, *Hippomarathrum caspicum* Grossh., *H. mocrocarpum* Fedfsch, *Libanotis buchtormensis* D.C., *Peucedanum ostruthicum* Koch., *P. palustre* L. *Prangos felulacea* L. *P. isphairamica* E. Fedtsch. *Seseli cam pestre* L., *Sphenosciadium capitellatum* 등의 식물에서도 分離보고 된바 있으며, decursin[10,11,13]은 *Angelica decursiva* Fr. et Sav. *A. gigas* Nakai, *A. decursiva* forma *albiflora* Nakai 등에서 分離된바 있고, decursidin[10,11,13]은 *A. decursiva* Fr. et Sav.와 *A. decursiva* forma *albiflora* Nakai등에서, decursinol[10,11]은 *Angelica gigas* Nakai, *A. decursiva* Fr. et Sav. 등에서 分離되었다. (−) Anomalin[18,22~24]은 *Angelica shikokiana* Makino, *A. anomala* Lall, *A. cartilaginomarginata* Naki, *Pteryxia terebinthiana* var. *califonica* mathias, *Ledebouriella seseloides* Wolff. *bupleurum falcatum* L. 등에서도 分離 보고된 바 있다.

잔잎바디뿌리의 主成分으로는 angular pyranocoumarin系 物質로서 (−) anomalin의 수득량은 0.55%나 된다.

Kobayashi[24]는 Ledebouriella Radix에서 (−) anomalin을 0.002% 얻었으며 한편 Okuyama는 *Peucedanum praeruptorum*에서 anomalin을 0.08%를 얻었다고 보고하고 있다.[20]

따라서 잔잎바디는 (−) anomalin의 資源植物로서 重要할 뿐 아니라 中國에서 白芷로 使用되는 主成分이 anomalin인 개구릿대 *Angelica anomala* Lall.의 國內 資源生藥으로 충당할수도 있다고 思料된다.

한편 잔잎바디 뿌리의 coumarin系 成分은 furanocoumarin과 xanthyletin type인 linear

dihydropyranocoumarin 및 seselin type인 angular dihydropyranocoumarin 등이 含有된 것으로 보아 形態學的으로 分類가 어려운 Angelica屬 植物의 植物化學的 分類에 있어서 重要한 指標가 되리라고 思料된다.

감사의 말씀 : 표품을 분양하여 주신 서울대학교 생약연구소 지형준교수님에게 깊은 감사를 드립니다.

〈1988년 9월 19일 접수 : 10월 19일 수리〉

文 獻

1. 陸昌洙 : 韓國藥品植物資源圖鑑, 280, 進明出版社, 서울 (1982).
2. 鄭台鉉 : 韓國植物圖鑑, p-451, 最新出版社, 서울 (1962).
3. 李昌福 : 大韓植物圖鑛, p-587, 鄕文社, 서울 (1980).
4. 陸昌洙 · 成百宇 : 慶熙藥大論文集, **15**, 149(1987).
5. Nakai : 朝鮮植物, p-405 (1914).
6. Kitagawa, M.: *Jap. J. Bot.* **12**, 311 (1936).
7. Kommarov : 滿洲植物誌, 第五卷, 346, (1905).
8. 有馬純三 : 藥學雜誌(日本) **48**, 88 (1927).
9. Späth, E.: *Ber.* **69**, 2062 (1936).
10. Hata, K., Kozawa, M., Ikeshiro Y. and Yen Kun-ying: *Yakugaku Zasshi* **88**, 513~520 (1968).
11. Sano, K.: *Chem. Pharm. Bull.* **21**, 2095 (1973).
12. 陸昌洙 : 生藥學會誌 **4**, 191 (1973).
13. 陸昌洙 : *Kor.J. Pharmacogn.* **4**, 191 (1973).
14. 지형준 · 김현수 : 한국생약학회 18회 정기총회 요지집.
15. Sakakibara, I., Okuyama, T. and Shibata, S.: *Planta Medica* **44**, 199 (1982).
16. Sakakibara, I., Okuyama, T. and Shibata, S.: *Planta Medica* **50**, 117 (1984).
17. Matano, Y., Okuyama, T., Shibata, S., Hoson, M., Kawada, T., Osada, H. and Noguch, T.: *Planta Medica* **52**, 135 (1986).
18. Hata, K., Kozawa, M. and Ikeshiro, Y.: *Chem. Pharm. Bull.* **14**, 94 (1966).
19. Yamada, Y., Hsu, Chau-Shin, Iguchi, K. and Suzuki, M.: *Tetrahedron Letters* **29**, 2513 (1974).
20. Sano, K., Yosiok, I. and Kitagawa, I.: *Chem. Pharm. Bull.* **23**, 20 (1975).
21. Okuyama, T. and Shibata, S.: *Planta Medica* **42**, 89 (1981).
22. Banerji, J. and Rej, R.N.: *Indian, J. Chemistry* **15B**, 293 (1977).
23. Nielsen, B.E.: *Dansk Tidsskr, Farm.* **44**, 111 (1970).
24. Kobayashi, H., Deyama, T., Komatsu, K. and and Yoneda, K.: *Shoyakugaku Zasshi* **88**, 276 (1983).