

## 해면 *Luffariella* sp.의 화학적 성분 연구

朴善求\* · 金城洙 · 朴俊大 · 洪丁善 · 金實圭†

국립환경연구원 영산강수질검사소

성균관대학교 화학과

(1994. 9. 23 접수)

### A Study on the Chemical Constituents from Marine Sponge *Luffariella* sp.

Sun Ku Park\*, Sung Soo Kim, Jun Dae Park, Jung Sun Hong, and In Kyu Kim†

Yongsan River Water Resource Inspection Center National Institute of  
Environmental Research 813 Woosan-Ri SongKwang-Myon Seun Chun-City,  
Jeonranam-Do, Republic of Korea

†Department of Chemistry, Sung Kyun Kwan University, Suwon 440-746, Korea

(Received September 23, 1994)

**요 약.** 인도네시아 Manado만의 Sulawesi에서 채집한 KB cancer cell line에 대해 *in vitro*로 활성을 갖는 해면 *Luffariella* sp.으로부터 Germacrene alcohol(1), Aaptamine(2) 및 Hexacyclic terpene(3)을 분리하였으며, 1에 대한 spectral data는 문헌치와 비교·분석하여 수정하였다. 이들을  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  NMR,  $^1\text{H}$   $^{13}\text{C}$ (1 bond) Heteronuclear Multiple Quantum Coherence Spectroscopy(HMQC),  $^1\text{H}$   $^{13}\text{C}$ (2 and 3 bond) Heteronuclear Multiple Bond Correlation Spectroscopy(HMBC), Electron Impact Mass Spectroscopy(EI ms), UV 및 IR에 의해 밝혔다.

**ABSTRACT.** The three metabolites, Germacrene alcohol(1), Aaptamine(2) and Hexacyclic terpene(3) were isolated from Marine Sponge *Luffariella* sp., collected in October 1992, Manado Bay, Sulawesi in Indonesia showed *in vitro* activity against KB cancer cell line, and structure assignment for 1 was corrected by comparison of their spectral data with the literature values.<sup>1</sup> Their structure were elucidated by  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  NMR,  $^1\text{H}$   $^{13}\text{C}$ (1 bond) Heteronuclear Multiple Quantum Coherence Spectroscopy(HMQC),<sup>2</sup>  $^1\text{H}$   $^{13}\text{C}$ (2 and 3 bond) Heteronuclear Multiple Bond Correlation Spectroscopy(HMBC),<sup>3</sup> Electron Impact Mass Spectroscopy(EI ms), Ultra-violet Spectroscopy(UV) and Infrared Spectroscopy(IR).

#### 서 론

종래에는 해양 천연물로부터 단순히 새로운 대사 산물에 대해서만 연구하였으나 근래에는 의약적으로 유용될 수 있는 활성을 지닌 대사산물에 관심이 집중되고 있다. 또한 최근래에 와서 해양생물로부터 항암, 항박테리아, 항바이러스 효과를 갖는 화합물들이 발견되고 있어 해양생물에 대한 관심이 크게 고조되고 있다. 그중 해면에는 생리활성이 큰 화합물들이 다양하게 포함되어 있어 큰 관심의 대상이 되고 있다.

한 예로서 해면 Jaspis 종에서 Jaspamide 성분이

발견되었는데 이는 살균, 항생, 항암 등 매우 특이한 생리 작용이 있어 최근래에 주목을 받고 있는 depsipeptide의 하나이다.<sup>4</sup>

본 연구에서는 SCUBA Diver에 의해 Indonesia Manado만 Sulawesi의 깊이 3m에서 채집한 해면 *Luffariella* sp.의 methanol 추출물로부터 생리활성이 있는 물질을 분리해 그 화학적 구조를 밝히고자 하였다. 분리된 화합물들 중 화합물 1에 대해 문헌치와 새로운 기법인 2D-NMR 기술중의 하나인  $^1\text{H}$   $^{13}\text{C}$ (2 and 3 bond) Heteronuclear Multiple Bond Correlation Spectroscopy(HMBC)를 이용한 본 실험의

spectral data와 비교하여 이를 정확히 분석·수정하였으며 또한, 기존의 방법보다 간편하고도 명확하게 구조를 결정할 수 있었다. 이 해면의 추출물을 *in vitro*로 KB cancer cell line<sup>5</sup>에 대해 시험한 결과 활성을 갖게 되어 실험을 수행하게 되었다.

## 실 험

<sup>1</sup>H NMR(500 MHz) 및 <sup>13</sup>C NMR(125 MHz) 스펙트럼은 General Electric GN 500을 사용했으며, 용매로는 CDCl<sub>3</sub>( $\delta$  7.2), MeOH-d<sub>4</sub>( $\delta$  3.3)을 사용했다.

Germacrene alcohol(1)에 대한 HMBC 조건; sample 농도=7 mg/CDCl<sub>3</sub> 0.5 mL, 256 of blocks×2048 data matrix with 48 of scan per  $t_1$  increment, 5.0 delay period for long-range couplings, 100° shifted sine bell squared filtering for  $t_1$  and 4700 Hz line broadening for it.

IR spectrometer는 Perkin-Elmer社의 Model 1420을 사용했으며, UV는 Hewlett-Packard社의 Model 8452A를 사용했다. Mass spectra는 VG-70 SE magnetic sector mass spectrometer로부터 얻었으며, 분리를 위한 HPLC로는 Water社 Model 441를 사용했으며, column은 YMC-guardpack ODS-A, 30×10 mm I.D., S-5  $\mu$ m, 120A과 micro-sorb Si, 80-199-C<sub>6</sub>, G9 10041를 사용했다. HPLC 사용전 정제를 위한 Bond Elut로는 Varian C<sub>18</sub> 1210-2028, SI 1210-2037을 사용했으며, TLC는 Merk RP-C<sub>18</sub> F<sub>254</sub> S와 Sigma T-6270 Lot 21H0126을 사용하였고, UV lamp, vanillin 용액 및 진한 황산 spray 등으로 확인했다. 모든 유기용매와 초자는 증류, 건조하여 사용했으며, 시약은 GR급을 사용했다.

### 채집과 추출

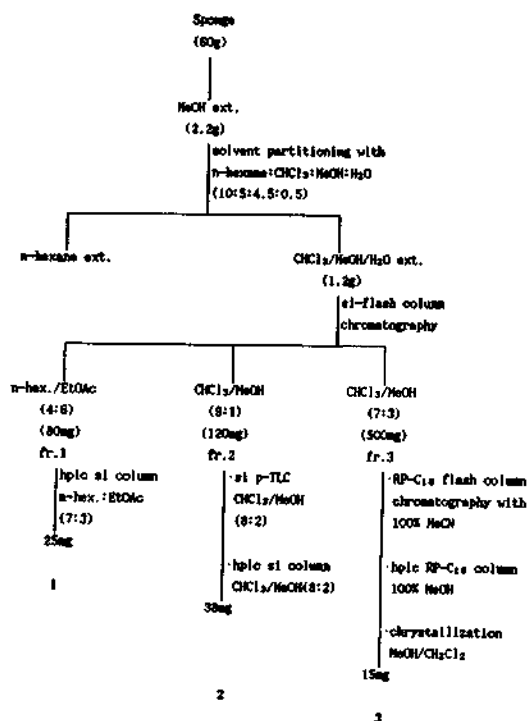
시료는 1992년 10월 SCUBA Diver에 의해 인도네시아 Manado만 Sulawesi의 깊이 3 m에서 채집된 젖은(fresh) 해면 60 g을 사용했다. 깨끗한 플라스틱 자루에 젖은 해면을 넣고, 2일 동안 냉동시킨 후, 이들을 성글게 자르고 4일 동안 냉동 건조시켰다. 건조된 해면을 잘게 부순 후 깨끗한 유리병에 담그고 메탄올에 2일간 담가놓았다. 2일 후 시료로부터 메탄올 추출액을 Bücher funnel을 이용하여 여과한

다음, rotary evaporator로 용매를 제거하였다. 건조된 추출물에 대해 *n*-hexane : CHCl<sub>3</sub> : MeOH : H<sub>2</sub>O (10.0 : 5.0 : 4.5 : 0.5)을 이용한 solvent partitioning을 실시하였으며, 분액 깔때기로 유기층과 물층을 분리하였다. 물층을 vacuum 감압하에서 rotary evaporator로 용매를 제거하여 1.2 g의 추출물을 얻었다.

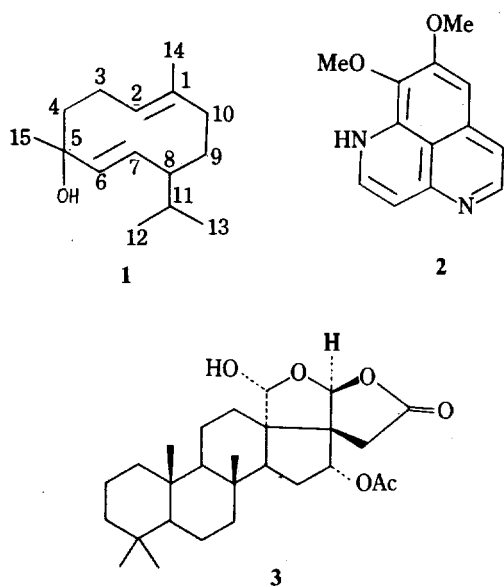
### HPLC를 이용한 Germacrene alcohol(1), Aaptamine(2) 및 Hexacyclic terpene(3)의 분리

앞에서 얻은 물층 추출물(1.2 g)을 si flash column chromatography를 실시하여 3개의 fractions를 얻었다. 이 중 *n*-hexane/EtOAc(4 : 6) 용매로부터 얻은 fr.1(80 mg)을 *n*-hexane : EtOAc(7 : 3) 용매로 Si column을 사용하여 HPLC를 수행하였다; RI 검출기의 감쇠기, 16x, UV 감도와 파장길이, 2.0, 254 nm, 용매 흐름속도, 2.0 mL/min, chart 속도, 12 cm/hr, 머무른 시간  $t_R$ : 8 min에서 화합물(1)(25 mg)이 얻어졌다. CHCl<sub>3</sub>/MeOH(9 : 1) 용매를 사용하여 si flash column chromatography를 실시하여 얻은 fr.2(120 mg)을 용매 CHCl<sub>3</sub>/MeOH(8 : 2)와 함께 si *p*-TLC하여 R<sub>f</sub> 0.3에서 약간 불순한 화합물을 얻은 다음, 이를 좀더 분리·정제하기 위해 si column을 사용하여 CHCl<sub>3</sub>/MeOH(8 : 2) 용매로 hplc를 수행하였다; RI 검출기의 감쇠기, 32x, UV 감도와 파장길이, 2.0, 254 nm, 용매 흐름속도, 1.6 mL/min, chart 속도, 14 cm/hr, 머무른 시간  $t_R$ : 10.5 min에서 화합물(2) (38 mg)을 노란 분말로 얻었다. Si flash column chromatography로부터 CHCl<sub>3</sub>/MeOH(7 : 3)의 용매를 사용하여 얻은 fr.3(500 mg)을 용매 100% MeCN로 RP-C<sub>18</sub> flash column chromatography를 실시한 후, RP-C<sub>18</sub> column을 사용하여 100% MeOH하에 hplc를 수행하였다; RI 검출기의 감쇠기, 16x, UV 감도와 파장길이, 4.0, 254 nm, 용매 흐름속도, 1.8 mL/min, chart 속도, 12 cm/hr, 머무른 시간  $t_R$ : 11 min에서 화합물(3)(38 mg)을 얻었다. 이를 좀더 정제하기 위하여 메탄올하에 CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 용매를 소량 첨가하여 결정화시킨 후, 여과하여 정제된 화합물(3)(15 mg)을 하얀 분말로 얻었다(Scheme 1).

**Germacrene alcohol(1).** Colorless oil, EI-*ms*, M<sup>+</sup> 222, IR(NaCl)  $\nu_{max}$  3600(sharp), 2950, 2830, 1650, 1450, 1360, 1280, 1100, 980, 800, 780 cm<sup>-1</sup>; HOMO-COSY correlation, H2  $\leftrightarrow$  H3, H14(allylic



Scheme 1.



coupling), H3 ↔ H2, H4, H6 ↔ H8(allylic coupling), H7, H9 ↔ H10, H11 ↔ H8, H12, H13;  $^1\text{H}$  및  $^{13}\text{C}$  NMR data는 Table 1 참조.

**Aaptamine(2).** Yellow crystal, mp 111~115 °C,

Table 1. NMR data for germacrene alcohol at 500 MHz in  $\text{CDCl}_3$ 

Position	$^1\text{H}$ NMR	$^{13}\text{C}$ NMR	HMBC
1		132.55	
2	4.94(1H, brd, $J=11.4$ Hz)	128.84	3,10,14
3	2.50(1H, m)	23.64	1,2,4
4	1.92~1.97(1H, m)		
5	1.61~1.65(2H, m)	39.59	2,3,5,6,15
6	1.47(OH, s)	73.08	4,6,15
7	5.24(1H, d, $J=15.8$ Hz)	140.06	5,7,8
8	5.17(1H, dd, $J=15.8, 9.2$ Hz)	125.69	5,6,8,11
9	1.98~2.04(1H, m)	52.79	6,7,9,10,11,12,13
10	1.35~1.40(2H, m)	25.92	1,7,8,10,11
11	2.24(2H, m)	41.23	1,2,8,9,14
12	1.41~1.45(1H, m)	32.96	7,8,9,12,13
13	0.82(3H, d, $J=6.9$ Hz)	20.57	8,11,13
14	0.78(3H, d, $J=6.9$ Hz)	18.93	8,11,12
15	1.54(3H, s)	16.67	1,2,10
	1.19(3H, s)	30.67	4,5,6

s: singlet, d: doublet, dd: doublet of doublet, brd: broad doublet, m: multiplet.

EI-ms,  $M^+$  228;  $^1\text{H}$  NMR( $\text{CDCl}_3$ ),  $\delta$  7.67(d, 1H,  $J=7.04$  Hz), 6.35(d, 1H,  $J=7.04$  Hz), 7.12(d, 1H,  $J=7.25$  Hz), 6.74(d, 1H,  $J=7.25$  Hz), 6.87(s, 1H), 3.77(s, 3H), 3.66(s, 3H);  $^1\text{H}$  NMR( $\text{CD}_3\text{OD}$ ),  $\delta$  7.35(d, 1H,  $J=6.3$  Hz), 6.92(d, 1H,  $J=7.5$  Hz), 6.45(d, 1H,  $J=6.3$  Hz), 6.23(s, 1H), 5.80(d, 1H,  $J=7.5$  Hz), 3.77(s, 3H), 3.66(s, 3H);  $^{13}\text{C}$  NMR( $\text{CDCl}_3$ ),  $\delta$  149.95, 139.97, 133.43, 132.36, 131.17, 129.70, 116.47, 112.40, 99.61, 98.11, 59.78, 55.47; IR(KBr)  $\nu_{\text{max}}$  3350, 3080, 1640, 1610, 1450, 1340, 1240  $\text{cm}^{-1}$ ; UV( $\text{H}_2\text{O}$ )  $\lambda_{\text{max}}$ ( $\epsilon$ ) 381 (5010), 350(3760), 310(3640), 255(17900), 236(14720), 214(13700).

**Hexacyclic terpene(3).** White powder, EI-ms,  $M^+$  460;  $^1\text{H}$  NMR( $\text{CDCl}_3$ ),  $\delta$  6.20(s, 1H), 5.60(d, 1H,  $J=1.8$  Hz), 5.40(t, 1H,  $J=3.5$  Hz), 2.92(d, 1H,  $J=18.1$  Hz), 2.77(d, 1H,  $J=18.1$  Hz), 2.14(s, 3H), 1.90(d, 1H,  $J=3.1$  Hz), 1.86(d, 1H,  $J=3.1$  Hz), 1.80(t, 1H,  $J=3.3$  Hz), 1.78(t, 1H,  $J=3.3$  Hz), 1.70~1.51(m), 1.43~1.34(m), 1.32(d, 1H,  $J=2.8$  Hz), 1.30(d, 1H,  $J=2.8$  Hz), 1.27~1.21(m), 1.13(d, 1H,  $J=4.0$

Hz), 1.11(d, 1H,  $J=4.0$  Hz), 1.05(t, 2H,  $J=10.6$  Hz), 0.85(s, 3H), 0.80(s, 3H), 0.79(s, 3H), 0.76(s, 3H);  $^{13}\text{C}$  NMR( $\text{CDCl}_3$ ),  $\delta$  171.29, 169.80, 113.02, 103.17, 86.90, 72.90, 58.93, 56.25, 44.86, 43.66, 41.95, 40.32, 40.30, 39.93, 37.54, 37.15, 33.29, 30.12, 27.65, 21.39, 21.16, 19.48, 18.58; IR(KBr)  $\nu_{\text{max}}$  3500~3300, 2960, 2840, 1800, 1742, 1460, 1345, 1250, 1100, 960  $\text{cm}^{-1}$ .

### 결과 및 고찰

인도네시아의 Manado만 Sulawesi에서 채집한 해면을 시료로 사용하였다. 젖은 해면을 냉동 건조한 다음 메탄올 추출물을 용매  $n$ -hexane :  $\text{CHCl}_3$  : MeOH :  $\text{H}_2\text{O}=10.0:5.0:4.5:0.5$ 를 사용하여 solvent partitioning을 하였다. 유기층과 물층을 분리하여 물층 추출물을 si flash column chromatography를 실시하여 3개의 fraction을 얻은 다음 각각을 hplc로 분리·정제하여 화합물(1), (2) 및 (3)을 얻었다.

화합물(1)은 1985년 W. Fenical<sup>1</sup> 등에 의해 marine soft coral로부터 분리되었으며, 해면 *Luffariella* sp. 으로부터 분리되기는 본 실험에서 처음이다. 또한, 이 구조에 대한 문헌<sup>1</sup>의 부정확한 spectral data를 2D-NMR의 기술인  $^1\text{H}$   $^{13}\text{C}$ (2 and 3 bond) Heteronuclear Multiple Bond Correlation Spectroscopy (HMBC)로 명확하게 규명·수정하였다.

용매  $n$ -hexane/EtOAc(4:6)를 사용하여 si flash column chromatography한 다음 si column으로 hplc를 수행하여 Germacrene alcohol(1)이 얻어졌으며, 1에 대한 분자식과 molecular ion은 EI-MS에 의해  $\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{O}$ 와 222임을 알 수 있었다. Germacrene alcohol(1)의  $^1\text{H}$  NMR 스펙트럼을 살펴보면 hydroxyl기의 양성자( $\delta$  1.47, singlet), 4개의 메틸 양성자( $\delta$  1.54, 1.19, 0.82, 0.78), chemical shift  $\delta$  5.24와 5.17에서 vicinal coupling constant  $J=15.8$  Hz를 갖는 *trans*형의 이중결합 양성자, coupling constant  $J=11.4$  Hz를 갖는 chemical shift  $\delta$  4.94에서 치환된 이중결합의 한개 양성자, methylene 양성자들이다 (Table 1);  $^{13}\text{C}$  NMR 스펙트럼, hydroxyl기가 치환된 탄소-5( $\delta$  73.08), 2개의 이중결합 탄소( $\delta$  140.06, 132.55, 128.84, 125.69), 4개의 메틸 탄소( $\delta$  30.67, 20.57, 18.93, 16.67), methylene 탄소( $\delta$  41.23, 39.59, 25.92,

23.64), methine 탄소( $\delta$  52.79, 32.96)이다 (Table 1).

문헌치에서는 C-9과 C-10의 chemical shift값을 각각  $\delta$  39.7과 26.0으로 보고하였는데, 본 실험에서는 2D NMR 기술인  $^1\text{H}$   $^{13}\text{C}$ (1 bond) Heteronuclear Multiple Quantum Coherence Spectroscopy(HMQC)에 의해 H-9( $\delta$  1.35~1.40, 2H, m) 및 H-10( $\delta$  2.24, 2H, m)은 각각 탄소-9( $\delta$  25.92)와 탄소-10( $\delta$  41.23)과 상관관계를 나타냄으로서 그 값이 문헌치와 다름을 보여주었다. 또한, 2D NMR인  $^1\text{H}$   $^{13}\text{C}$ (2 and 3 bond) Heteronuclear Multiple Bond Correlation Spectroscopy(HMBC) spectra로부터 탄소-9의 methylene 양성자는 탄소-1,8,10과 상관관계를 나타냈으며, 탄소-10의 methylene 양성자는 탄소-1,8,9와 상관관계를 갖고 있었다. 특히, H-9은 탄소-1( $\delta$  132.55), 11( $\delta$  32.96) 그리고 H-10은 탄소-2( $\delta$  128.84), 14( $\delta$  16.67)와 상관관계를 보여줌으로서 탄소-9와 탄소-10의 chemical shift값이 보고된 문헌치와는 다른  $\delta$  25.92(C-9), 41.23(C-10)의 값임을 본 실험에서 확인 및 명확하게 하여 그 위치와 값을 정정하였다.

각각의 탄소 위치와 탄소-탄소 연결을 통한 Germacrene alcohol(1)의 구조를 HMBC spectra로 확인하였는데, 이것을 살펴보면 hydroxyl기의 양성자는 탄소-4,6 및 15와 상관관계를 갖고 있었으며, 이중결합의 양성자 H-2,6 및 7은 각각 탄소-3,10,14, 탄소-5,7,8 및 탄소-5,6,8,11과 상관관계를 나타냈으며, 이중결합과 allylic coupling하는 탄소-3,8 및 10의 양성자는 탄소-1,2,4, 탄소-6,7,9,10,11,12,13 및 탄소-1,2,8,9,14, methine 양성자 H-11, methylene 양성자 H-4 및 H-9은 각각 탄소-7,8,9,12,13, 탄소-2, 3,5,6,15, 탄소-1,7,8,10,11, 탄소-14 및 15의 메틸 양성자는 탄소-1,2,10, 탄소-4,5,6와 상관관계를 나타냈고, 그 구체적인 NMR data는 Table 1에 나타났다.

1의 구조를 IR로 확인하였는데, 여기에 대한 data를 살펴보면 free한 hydroxyl기를 나타내는 sharp한 O-H 진동수 3600  $\text{cm}^{-1}$ , aliphatic C-H stretching 진동수 2950  $\text{cm}^{-1}$ , 이중결합 C=C 진동수 1650  $\text{cm}^{-1}$ , 그리고 1450, 980  $\text{cm}^{-1}$ 에서 나타났다. 이상의 값은 문헌치와 일치하였다. 화합물 1, KB (human nasal cancer, MIC of 10  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , 3<sup>\*</sup>).

1987년 H. Nakamura 등<sup>6</sup>은 Okinawan 해안에서 채집한 *A. aaptos* 해면으로부터 Aaptamine을 분리

하였는데 이것은 강력한 약학적인 활성을 갖는 새로운 형태의 alkaloid인데, 특히 부드러운 근육관에 대하여 가장 강력한  $\alpha$ -adrenoceptor blocking 활성을 지닌 것으로 알려져 있다.

용매  $\text{CHCl}_3/\text{MeOH}(9:1)$ 로 si flash column chromatography한 다음  $\text{CHCl}_3/\text{MeOH}(8:2)$  용매와 함께 silicagel preparative TLC를 하였고, si column으로 hplc를 수행하여 Aaptamine(2)가 얻어졌다. 모든 양성자와 그 탄소들의 직접적인 상관관계는 HMQC spectra로부터 얻어졌으며,  $^1\text{H}$  NMR 스펙트럼을 살펴보면 4개의 doublet인 aromatic 양성자,  $\delta$  7.67(d,  $J=7.04$  Hz), 7.12(d,  $J=7.25$  Hz), 6.74(d,  $J=7.25$  Hz), 6.35(d,  $J=7.04$  Hz), 하나의 singlet인 aromatic 양성자,  $\delta$  6.87, 그리고 methoxy 양성자 signal은  $\delta$  3.77과  $\delta$  3.66에서 나타났다;  $^{13}\text{C}$  NMR 스펙트럼, 11개의 aromatic 탄소의 signals( $\delta$  156.42, 149.95, 139.97, 133.43, 132.36, 131.17, 129.70, 116.47, 112.40, 99.61, 98.11), 그리고 methoxy의 탄소는  $\delta$  59.78과 55.47에서 나타났으며, 그 구체적인 data는 실험부분에 나타났다.

Electron Impact mass spectra(EI-ms)로부터 molecular ion이 228임을 알 수 있었고 이것을 IR로 확인하였는데, 그 data를 살펴보면 N-H stretching 진동수  $3350\text{ cm}^{-1}$ , aromatic C-H stretching 진동수  $3080\text{ cm}^{-1}$ , 이중결합  $\text{C}=\text{C}$  진동수  $1610\text{ cm}^{-1}$ , 그리고  $1340, 1240\text{ cm}^{-1}$ 에서 나타났다. 이상의 값은 문헌치<sup>6</sup>와 일치하였다. 화합물 2, KB(human nasal cancer, MIC of  $5\text{ }\mu\text{g/mL}$ ,  $3^+$ ).

fr.3을 100% MeCN 용매로 RP- $\text{C}_{18}$  flash column chromatography한 다음, RP- $\text{C}_{18}$  column을 사용하여 hplc를 수행하였고,  $\text{MeOH}/\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 하에 결정화하여 Hexacyclic terpene(3)이 얻어졌다. 화합물(3)은 1989년 D. J. Faulkner 등<sup>7</sup>에 의해 보고되었는데, 이것은 소염 효과가 있는 불안정한 Luffolid로서 복잡한 고리화 반응에 의해 생성된 것으로 알려졌다.

$^1\text{H}$  NMR 스펙트럼을 살펴보면 2개의 acetal 또는 hemiacetal기를 갖는 methine 양성자,  $\delta$  6.20(1H, s), 5.60(d,  $J=1.8$  Hz), acetate 기를 갖는 methine 양성자,  $\delta$  2.14(3H, s), carbonyl기에 근접된 methylene 양성자,  $\delta$  2.92(d, 1H,  $J=18.1$  Hz), 2.77(d, 1H,  $J=18.1$  Hz), 4개의 methyl 양성자,  $\delta$  0.85, 0.80, 0.79,

0.76;  $^{13}\text{C}$  NMR 스펙트럼, carbonyl 탄소  $\delta$  171.29, 169.80, acetate기를 갖는 methine 탄소,  $\delta$  72.90, 2개의 acetal 또는 hemiacetal기를 갖는 methine 탄소,  $\delta$  113.02, 103.17, acetate기의 methyl 탄소,  $\delta$  21.39였고, 그 구체적인 NMR data는 실험부분에 나타났다.

EI-ms 스펙트럼으로부터 분자식과 molecular ion이 각각  $\text{C}_{27}\text{H}_{40}\text{O}_6$ 와 460임을 알 수 있었고, 이것을 IR로부터 hydroxyl기의 O-H stretching 진동수  $3500\sim 3300\text{ cm}^{-1}$ , acetate carbonyl기에 기인된  $\text{C}=\text{O}$  진동수  $1750\text{ cm}^{-1}$ , 포화된  $\gamma$ -lactone 고리에 기인된  $\text{C}=\text{O}$  진동수  $1800\text{ cm}^{-1}$ 을 확인하였다. 이상의 값은 문헌치<sup>7</sup>와 일치하였다.

화합물(3)에 대해 몇 가지 생물활성 시험을 하였더니 다음과 같은 결과가 얻어졌다;<sup>8</sup> KB(human nasal cancer, MIC of  $10\text{ }\mu\text{g/mL}$ ,  $4^+$ ), P-388(mouse lymphoid neoplasm, MIC of  $0.25\text{ }\mu\text{g/mL}$ ,  $1^+$ ), A-549(human lung carcinoma, MIC of  $0.5\text{ }\mu\text{g/mL}$ ,  $1^+$ ), HT-29(human colon adenocarcinoma, MIC of  $1\text{ }\mu\text{g/mL}$ ,  $1^+$ ).

## 인 용 문 헌

1. Izac, R. R.; Bandurraga, M. M.; Wasyluk, J. M.; Dunn, F. W.; Fenical, W. *Tetrahedron* **1982**, *38*, 301~304.
2. Ottig, G.; Wuthrich, K. *J. Magn. Reson.* **1988**, *76*, 569.
3. Bax, A.; Summers, M. F. *J. Am. Chem. Soc.* **1986**, *108*, 2093.
4. (a) Scheuer, P. J. *Bioorganic Marine Chemistry*; Springer-Verlag Berlin Heidelberg: New York, 1989; Vol. 3, p 10. (b) Zabriskie, T. M.; Klocke, J. A.; Ireland, C. M.; Molinski, T. F.; Faulkner, D. J.; Xu, C.; Clardy, J. C. *J. Am. Chem. Soc.* **1986**, *108*, 3123.
5. Cook, K. M.; Friedberg, E. C. *Biochemistry* **1978**, *17*, 850.
6. (a) Nakamura, H.; Kobayashi, J.; Ohizumi, Y. *J. Chem. Soc. Perkin Trans. I* **1987**, 173. (b) Nakamura, H.; Kobayashi, J.; Ohizumi, Y. *Tetrahedron Letters* **1982**, *23*, 5555~5558.
7. Kernan, M. R.; Faulkner, D. J.; Parkanyi, L.; Clardy, J.; de Carvalho, M. S.; Jacobs, R. S. *Experientia* **1989**, *45*, 388.