

## 염생식물 갯질경 (*Limonium tetragonum*)의 추출물이 암세포성장에 미치는 효과

공 창 숙 · <sup>1</sup>엄 영 란 · <sup>1</sup>이 정 임 · <sup>1</sup>김 유 아 · <sup>2</sup>이 점 숙 · † <sup>1</sup>서 영 완  
한국해양대학교 해양과학기술연구소 <sup>1</sup>한국해양대학교 해양환경생명과학부 <sup>2</sup>군산대학교 생물학과  
(접수 : 2007. 10. 10., 게재승인 : 2008. 4. 13.)

### Inhibition effects of extracts and its solvent fractions isolated from *Limonium tetragonum* on growth of human cancer cells

Chang-Suk Kong, Young Ran Um<sup>1</sup>, Jung-Im Lee<sup>1</sup>, You Ah Kim<sup>1</sup>, Jeom-Sook Lee<sup>2</sup>, and Youngwan Seo<sup>1†</sup>  
Research Institute of Marine Science and Technology, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea  
<sup>1</sup>Division of Marine Environment and Bioscience, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea  
<sup>2</sup>Department of Biology, Kusan National University, Chonbuk 573-701, Korea  
(Received : 2007. 10. 10., Accepted : 2008. 4. 13.)

In this study, crude extracts of the halophyte *Limonium tetragonum* and their solvent fractions were evaluated on anticancer activity in AGS and HT-29 human cancer cells using MTT assay. Each of the crude extracts (MeOH and CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) of *Limonium tetragonum* showed a significant inhibitory effect on the growth of human cancer cells. The combined crude extracts of MeOH and CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> were partitioned between CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> and water. The organic layer was further partitioned between 85% aq. MeOH and *n*-hexane, and then the aqueous layer was fractionated with *n*-BuOH and H<sub>2</sub>O, successively. Growth inhibition effects of crude extracts and their solvent fractions from *Limonium tetragonum* increased in a dose-dependent manner. Among them, 85% aq. MeOH, *n*-hexane and *n*-BuOH fractions revealed very good inhibition effects on the growth of human cancer cells. These results suggest that we can isolate active compounds from *Limonium tetragonum* to show much more strong anticancer activity.

**Key Words** : *Limonium tetragonum*, anticancer effect, AGS human gastric cancer cells, HT-29 human colon cancer cells

#### 서 론

식생활의 변화, 평균 수명의 증가 및 산업 발달로 인한 생활환경의 변화 등으로 인하여, 암발생 및 암으로 인한 인간 사망률은 전 세계적으로 증가 추세에 있으며 항암치료에 따른 부작용을 줄일 수 있는 천연물유래의 새로운 생리활성 물질의 개발에 대한 연구가 계속되고 있다(1). 최근 비교적 풍부한 자원인 해양생물자원의 중요성에 대한 높은 인식에 따라 해양생물을 통한 새로운 생리활성물질을 개발하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 미역, 다시마, 감태, 조개 등의 해조류에 대한 연구는 많이 진행되고 있는 단계

로, 특정해조류 및 그 성분에서의 항균효과(2), 항산화 활성(3-6), 항암 및 항발암 활성(7-13), 항고혈압효과(14) 등이 보고되어 있다.

염생식물 (halophyte)은 토양의 염분농도가 높아 일반 육상 식물이 생육할 수 없는 지역에 생육하며, 바닷가와 내륙에서는 염분이 있는 호숫가와 암염이 있는 지대에서 잘 자라는 식물로, 함초, 해홍나물, 나문재, 칠면초, 갯개미취, 갯는쟁이, 갯방풍 등이 이에 속한다(15, 16). 생육 지대의 특성상 모두 세포 안에 많은 소금기가 들어 있어 삼투압이 높기 때문에 토양 용액의 침투가 높을 때도 물을 빨아들일 수 있는 특색이 있다. 또한 염생습지는 해수와 민물이 섞이는 곳으로 이런 극한 조건에 서식하는 염생식물들은 이에 적합한 적응기작을 발전시킬 수 있는 독특한 생리활성물질의 보유 가능성을 기대해 볼 수 있다. 실제로 함초 및 갯방풍은 예전부터 식용 및 약용으로 이용되어 왔으나(17-21), 대부분의 염생식물에 있어서 생리활성기능에 대한 연구는 아직 미미한 실정이다.

† Corresponding Author : Division of Marine Environment and Bioscience, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea  
Tel : +82-51-410-4328, Fax : +82-51-404-3538  
E-mail : ywseo@hhu.ac.kr

염생식물의 일종인 갯질경은 갯질경이과 [*Limonium tetragonum* (Thumb.) A.A. Bullock]의 2년생 초본식물로, 수분 및 Na함량이 높은 지역에(22), 해수에 침수 혹은 비침수지역에(23), 점토 및 사질에(24) 분포한다. 우리나라에는 주로 서남해안 갯벌의 상부지역에 군락을 형성하며 재방 가까이 쪽에 칠면초, 해홍나물, 갯잔디 등과 함께 분포하고 있다. 충남 서산지방에서는 예전부터 그 뿌리를 식용으로 사용하고 있어(25), 갯질경으로부터의 생리활성물질의 개발이 이루어진다면 건강기능성 식품으로서의 개발도 가능할 것으로 여겨진다. 따라서 본 연구에서는 염생식물의 한 종류인 갯질경을 이용하여 생리활성물질에 의한 발암물질의 생성방지 및 생체방어물질로서의 유용성, 또한 항암 생리활성물질 탐색을 위한 기초 연구로서 갯질경의 용매추출물 및 분획물에서 AGS 인체 위암세포와 HT-29 인체 결장암세포에 대한 인체암세포 증식 억제효과를 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

실험에 사용한 갯질경 (*Limonium tetragonum*)는 2003년 5월 전라남도 여수시 율촌면에서 직접 채집하였으며 웅달에서 건조한 후 추출하기 전까지  $-25^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동 보관하였다.

### 사용시약

세포배양을 위해 RPMI 1640, Fetal bovine serum (FBS), 0.05% Trypsin-0.02% EDTA 그리고 100 units/ml Penicillin-Streptomycin 과 phosphate buffered saline (PBS)는 GIBCO사(USA)로부터 구입하였으며, 그외 연구에 사용된 용매 및 시약은 특급 또는 일급을 사용하였다.

### 시료의 추출 및 순차분획

갯질경 (*Limonium tetragonum*)을  $-25^{\circ}\text{C}$ 의 냉동고에 보관하였다가 해빙 후, methylene chloride를 사용하여 24시간 추출한 후 여과하였다. 이 과정을 2번 반복하였으며, 얻어진 추출액은  $40^{\circ}\text{C}$  수욕 상에서 rotary vacuum evaporator (EYELA JAPAN, N-N series)로 농축하고 남은 잔사에 동량의 methanol을 부어 위와 동일한 과정을 통해 추출물을 얻었다. 두 추출물을 합한 조추출물 123.43 g을 용매 극성에 따라 순차적으로 분획하고 각 분획층을 감압농축 후 건조한 분말로 만들어 시료로 사용하였다. 이 때 얻어진 *n*-hexane, 85% aq. MeOH, *n*-BuOH,  $\text{H}_2\text{O}$  분획물은 각각 10.14 g, 5.46 g, 5.89 g, 101.94 g 이었다(Fig. 1). 이들 추출물은 dimethyl sulfoxide (DMSO)에 희석하여 실험에 사용하였다.

### 암세포배양

본 실험에 사용한 암세포주인 AGS 인체 위암세포 (AGS human gastric cancer cell)와 HT-29 인체 결장암세포 (HT-29 human colon cancer cell)는 한국 세포주 은행 (서울의대)으로부터 분양받아 배양하면서 실험에 사용하였다. AGS와 HT-29 인체 암세포는 100 units/ml의 penicillin-streptomycin 과 10%의 FBS가 함유된 RPMI 1640을 사용하여  $37^{\circ}\text{C}$ , 5%

$\text{CO}_2$  incubator (Forma Scientific, Japan)에서 배양하였다. 배양된 각각의 암세포는 일주일에 2-3회 refeeding하고 6-7일 만에 PBS로 세척한 후 0.05% Trypsin -0.02% EDTA로 부착된 세포를 분리하여 원심분리한 후 집적된 암세포에 배지를 넣고 피펫으로 암세포가 골고루 분산되도록 잘 혼합하여 75 ml cell culture flask에 10 ml씩 일정 수 분할하여 주입하고 계속 6-7일마다 계대 배양하면서 실험에 사용하였다.

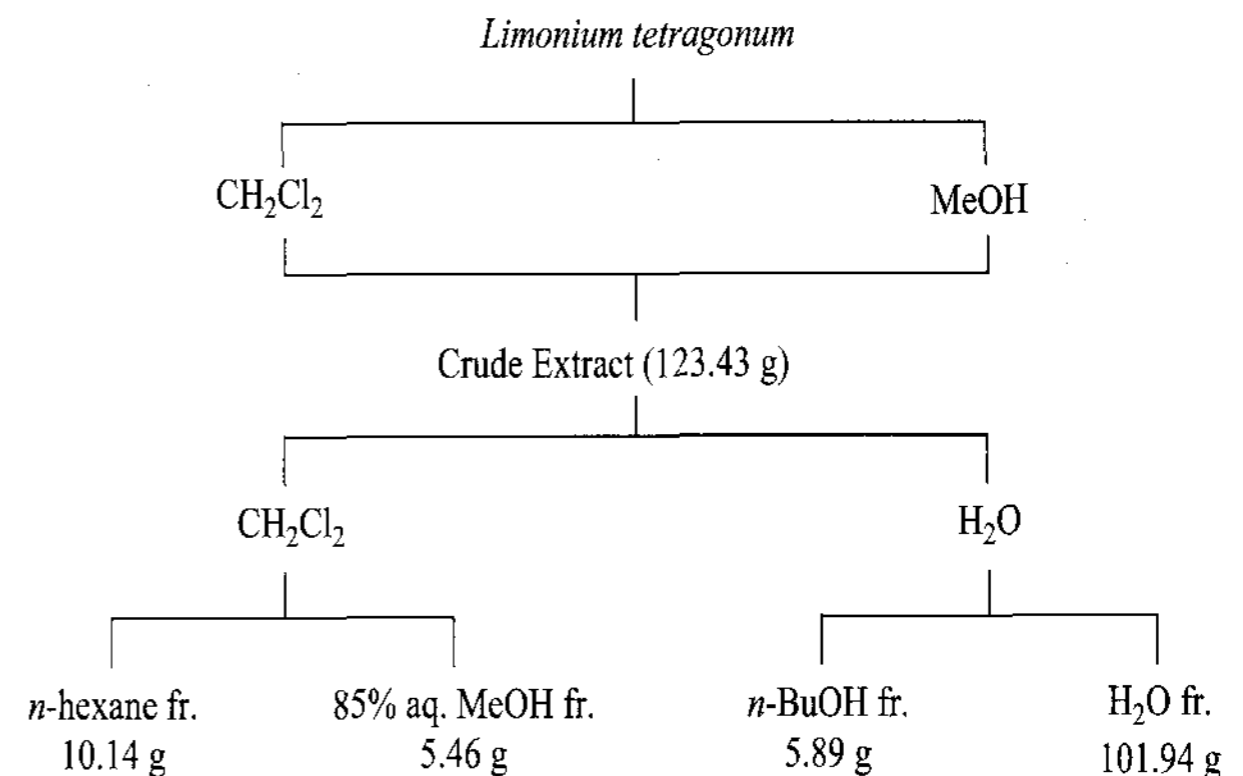


Figure 1. Procedure scheme of crude extract and its solvent fractions from *Limonium tetragonum*.

### MTT assay

MTT assay는 생존 암세포의 미토콘드리아 내의 dehydrogenase의 효소작용에 의해 황색의 수용성 물질인 MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide)가 환원되어 dark blue formazan crystal로 생성하는 원리를 이용한 실험법으로, formazan crystal이 침전되는 정도를 흡광도로 측정함으로써 항암제에 의해 암세포가 사멸 또는 증식 억제되는 정도를 결정할 수 있다. 배양된 암세포는 well당  $2 \times 10^4$  cells/ml가 되도록 96 well plate에 분주하여  $37^{\circ}\text{C}$ , 5%  $\text{CO}_2$  배양기에서 24시간 배양 후 전 배양에 사용된 배지를 제거하고 배지 180  $\mu\text{l}$ 와 일정농도의 시료 20  $\mu\text{l}$ 를 첨가하여  $37^{\circ}\text{C}$ , 5%  $\text{CO}_2$  배양기에서 48시간 배양하였다. 대조군에는 시료 대신 phosphate buffered saline (PBS) 20  $\mu\text{l}$ 를 첨가하였다. 48시간 배양 후 5 mg/ml의 농도로 제조한 MTT 용액 20  $\mu\text{l}$ 를 첨가하여 동일한 배양 조건에서 4시간 동안 더 배양하였다(26). 이때 생성된 formazan결정을 DMSO에 녹여서 ELISA reader (Bio-Tek instruments, USA)를 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하여 억제율(%)을 구하였다.

$$\text{Cytotoxicity (\%)} = \frac{\text{대조구의 흡광도} - \text{시료처리구의 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}} \times 100$$

### 통계처리

대조군과 각 시료로부터 얻은 실험 결과들의 유의성을 검정하기 위하여 분산분석 (ANOVA)을 행한 후  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였으며, 그 결과는 평균 (Mean)  $\pm$  표준편차 (Standard deviation, SD)로 표시하였다. 모든 통계 분석은 Statistic Analysis System (v8.2 SAS Institute Inc., NC, USA) 통계프로그램을 이용하여 처리하였다.

결과 및 고찰

조추출물의 인체 암세포 증식 억제효과

염생식물인 갯질경의 항암 생리활성 물질 탐색을 위한 기초 연구로서 갯질경의 조추출물을 이용하여 AGS 인체 위암세포 및 HT-29 인체 결장암세포의 증식에 미치는 영향을 관찰하였다. 갯질경의 용매추출물을 5, 10, 50, 100 및 200 µg/ml의 처리 농도별로 인체 위암세포에 처리한 결과(Fig. 2), 시료 처리 농도의 증가에 따라 인체 위암세포의 생존율은 농도 의존적으로 점차적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 시료의 처리농도 100 µg/ml에서 methanol 추출물과 methylene chloride 추출물은 대조군에 비해 각각 43%와 63%의 암세포 증식억제효과를 나타내었으며, 시료의 처리농도 200 µg/ml에서는 대조군에 비해 각각 66%와 71%의 암세포 증식억제효과를 보여 유사한 암세포 증식억제효과를 나타내었다. 이러한 농도 의존적인 생존율의 감소는 조추출물의 처리에 의한 인체 암세포의 형태적 변이 및 부착력의 감소에 의한 것으로 볼 수 있다.

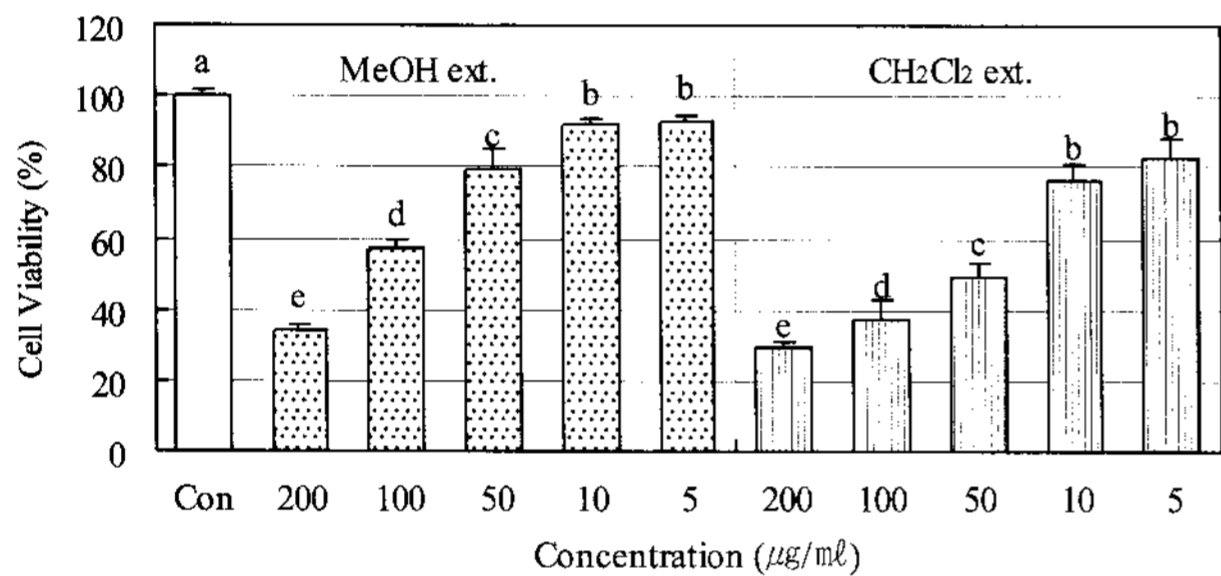


Figure 2. Inhibitory effects of crude extracts from *Limonium tetragonum* on the growth of AGS human gastric cancer cells. <sup>a-e</sup> Means with the different letters are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

인체 위암세포의 증식 억제효과를 관찰하였을 때와 같이 유사한 경향을 HT-29 인체 결장암세포의 증식억제실험에서도 관찰할 수 있었다(Fig. 3). Methanol 및 methylene chloride 추출물은 10 µg/ml 이상의 처리농도에서 농도의 증가에 비례하여 인체 결장암세포의 생존율을 농도 의존적으로 감소시켰다. 시료의 처리농도 200 µg/ml에서는 methylene chloride 추출물은 대조군에 비해 84%의 암세포 증식억제효과를 보였다. 이는 암세포 증식억제율이 60%인 methanol 추출물보다 높은 암세포 증식억제효과로, 극성보다는 비극성 용매에서 보다 많은 성분의 항암생리활성물질의 탐색이 가능할 것으로 사료된다. 또한, methylene chloride 추출물은 200 µg/ml 처리 농도에서 AGS 인체 위암세포에서 보다도 HT-29 인체 결장암세포에서 높은 암세포 증식억제효과를 관찰할 수 있었다.

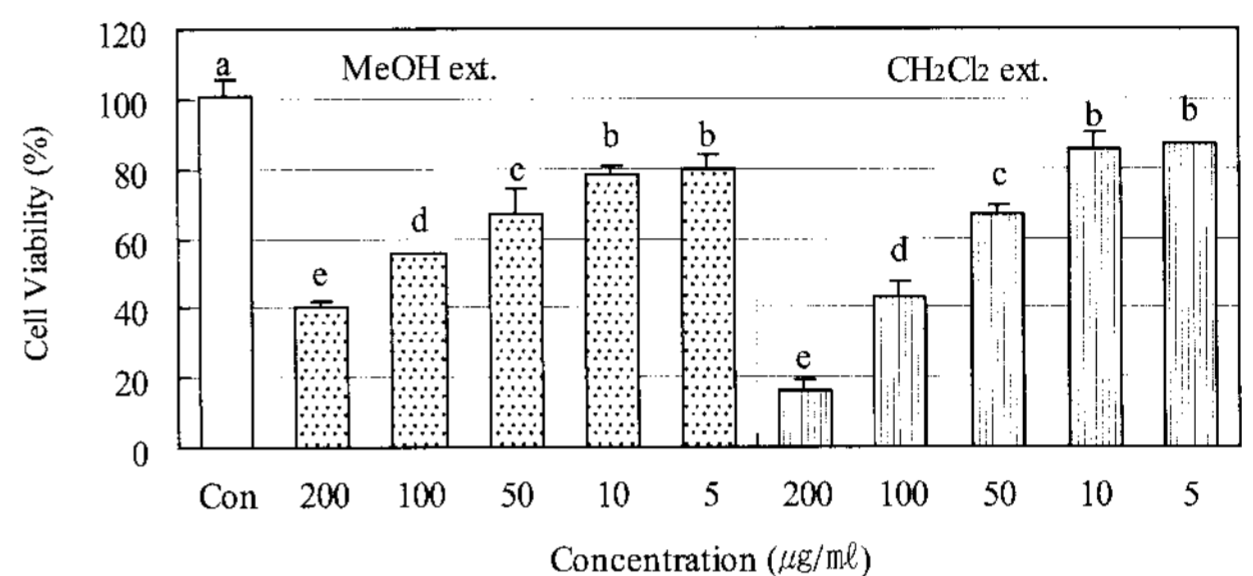


Figure 3. Inhibitory effects of crude extracts from *Limonium tetragonum* on the growth of HT-29 human colon cancer cells. <sup>a-e</sup> Means with the different letters are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

순차적 분획물의 인체 암세포 증식 억제효과

갯질경의 methanol 및 methylene chloride 용매 추출물은 인체 암세포에 대하여 높은 증식억제효과를 나타내었으므로, 이들 추출물을 이용하여 순차적으로 분획한 용매 분획물에

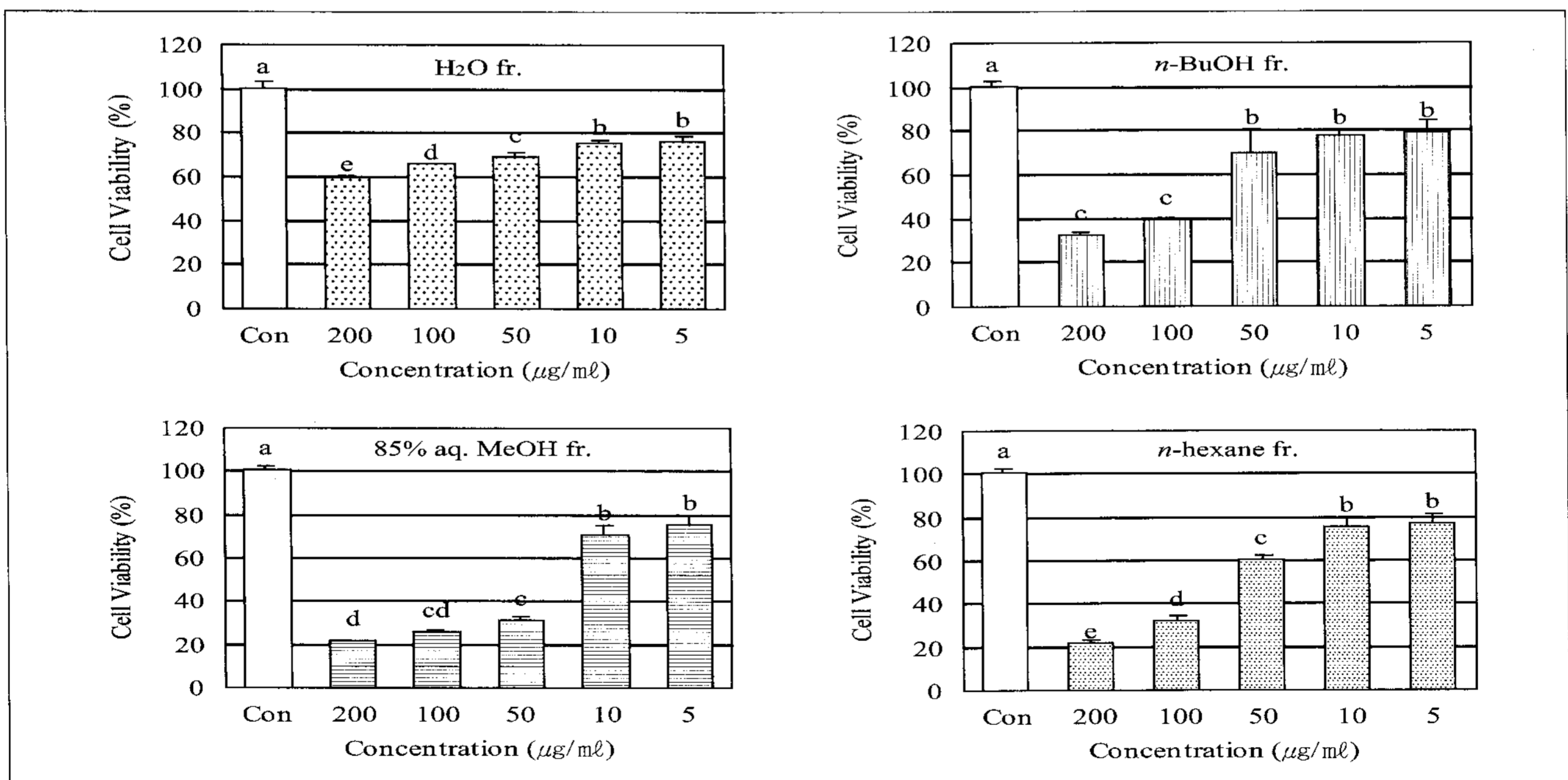


Figure 4. Inhibitory effects of various solvent fractions from *Limonium tetragonum* on the growth of AGS human gastric cancer cells. <sup>a-e</sup> Means with the different letters are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

서의 암세포 증식 억제효과를 기대할 수 있다. 따라서 조추출물로부터 각 용매별 분획물을 추출하여 인체 암세포의 성장에 미치는 영향을 관찰하였다.

AGS 인체 위암세포에 갯질경의 용매별 분획추출물을 농도별로 첨가하여 암세포 증식억제정도를 관찰한 결과는 Fig. 4와 같다. 시료처리 농도 5, 10, 50, 100 및 200  $\mu\text{g/ml}$ 에서, 85%aq. MeOH 분획층은 대조군에 비해 각각 25, 30, 70, 75 및 79%의 암세포 증식억제효과를 나타내었으며, *n*-hexane 분획층은 각각 23, 23, 38, 67 및 78%의 암세포 증식억제효과를 나타내었다. *n*-BuOH 분획층에서는 대조군에 대하여 각각 21, 23, 31, 61 및 68%의 암세포 증식 억제효과를 보였다.  $\text{H}_2\text{O}$  분획층의 경우, 처리 농도의 증가에 따라 농도 의존적으로 암세포의 증식이 감소하였으나, 모든 처리 농도에서 50%이하의 낮은 억제율을 보여 다른 분획물에 비해 암세포 증식억제에는 크게 영향을 미치지 않았다.

이러한 갯질경의 용매별 분획추출물의 인체 암세포에 대한 증식억제효과는 HT-29 인체 결장암세포의 증식억제 실험에서도 살펴보였다(Fig. 5). 인체 결장암세포에 갯질경의 용매별 분획추출물을 5, 10, 50, 100 및 200  $\mu\text{g/ml}$ 의 농도로 첨가하여 암세포 증식억제 정도에 미치는 영향을 관찰한 결과, 85%aq. MeOH 분획층에서 가장 높은 암세포 증식억제효과를 보였으나,  $\text{H}_2\text{O}$  분획층에서는 50%이하의 낮은 억제율로 암세포의 증식억제에는 거의 효과를 보이지 않았다. 즉, 시료처리 농도 5, 10, 50, 100 및 200  $\mu\text{g/ml}$ 에서, 85%aq. MeOH 분획층은 대조군에 비해 각각 28, 35, 57, 89 및 95%의 억제율을 나타내어 100  $\mu\text{g/ml}$ 의 처리 농도에서도 아주 높은 암세포 증식억제효과를 나타내었다. *n*-BuOH 분획층은 각각 23, 25, 41, 49 및 70%의 암세포 증식 억제율

을,  $\text{H}_2\text{O}$  분획층은 각각 15, 20, 30, 30 및 46%의 암세포 증식억제율을 나타내었다. 비극성 용매층인 *n*-hexane 분획층은 대조군에 대하여 각각 24, 29, 42, 61 및 93%의 암세포 증식억제율을 보여, 85%aq. MeOH 분획층 다음으로 높은 활성을 나타내었다.

인체암세포의 성장억제효과는 각 처리농도에 따라 다소 차이는 있었으나, 매우 유사한 경향을 나타내었다. AGS 인체 위암세포의 성장 억제효과의 관찰결과, 200  $\mu\text{g/ml}$ 의 처리농도에서 약 80% 이상의 높은 증식억제효과를 85% aq. MeOH, *n*-hexane 및 *n*-BuOH의 분획층에서 관찰할 수 있었다. HT-29 인체 결장암세포에 대하여서는 85%aq. MeOH과 *n*-hexane의 분획층에서 월등히 높은 증식억제효과를 보였는데, 이 억제효과는 인체 위암세포에서 보다는 높은 저해효과임을 알 수 있었다.

해양생물자원의 중요성에 대한 인식이 높아짐에 따라 해조류에 대한 연구가 많이 진행되고 있으나, 갯벌 및 바닷가 근처 내륙 등의 염분이 높은 지대에 서식하는 염생식물의 생리활성물질에 대한 연구는 그렇게 많이 이루어진 것은 아니다. 합초, 나문재, 갯방풍 등의 몇 종류의 염생식물은 민간약초로서 예전부터 사용되어왔는데(27), 최근에는 합초의 항산화(18, 19) 및 항염증(28, 29) 활성, 갯방풍의 항산화활성(21)에 대한 연구가 보고되면서 염생식물의 건강기능 생리활성의 가능성에 대해 기대감을 갖고 있다. 여기서 사용된 염생식물인 갯질경은 예부터 해열이나 지혈에 효과가 있는 것으로 알려져 왔으나 이 식물의 이차대사산물에 대한 연구는 전혀 이루어지지 않았다. 염생습지에서와 같이 토양의 염분 농도가 높아지게 되면 반대로 토양에서의 수분 포텐셜이 낮게 나타나게 된다. 이러한 조건의 토양에서 자라는

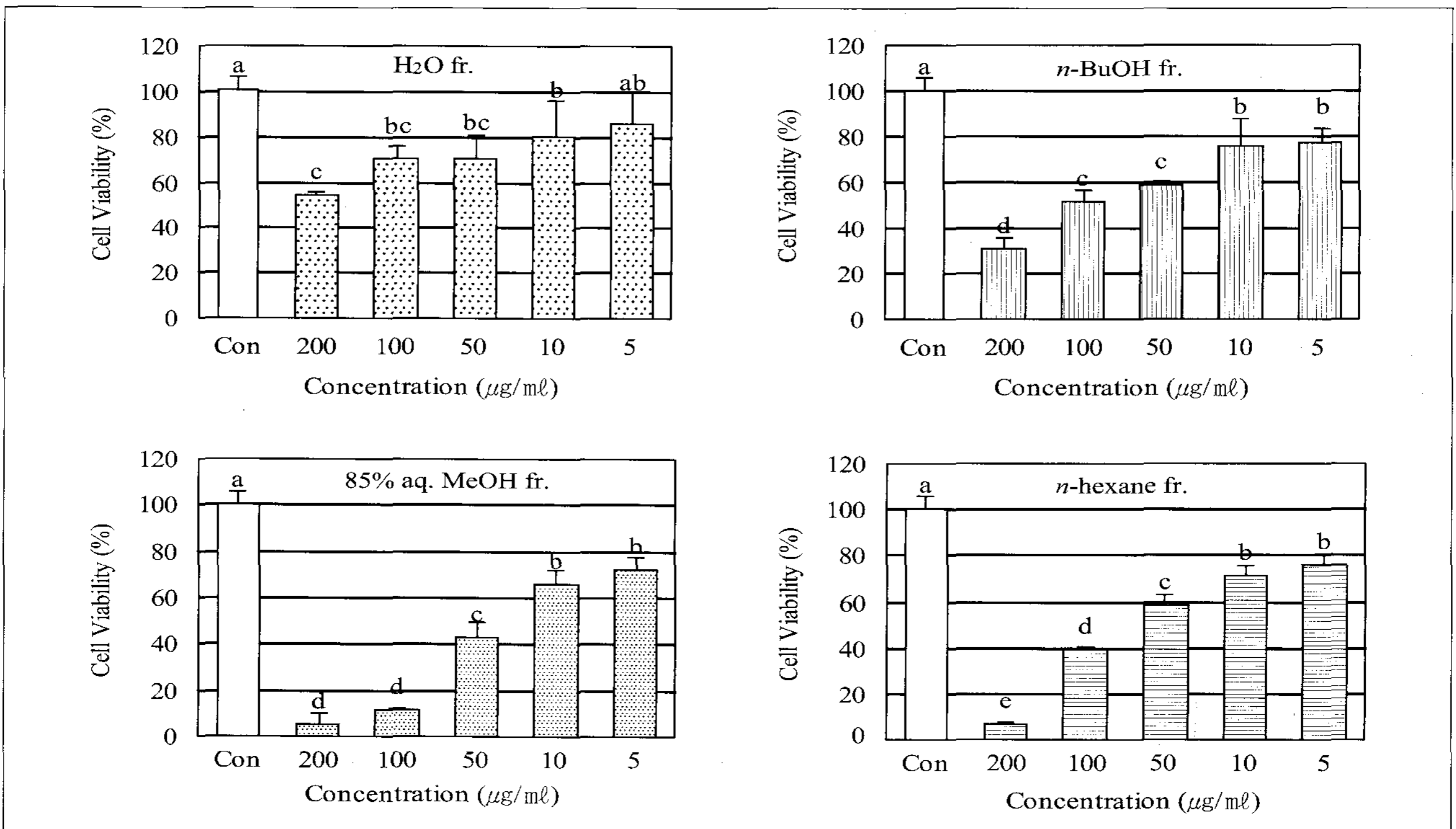


Figure 5. Inhibitory effects of solvent fractions from *Limonium tetragonum* on the growth of HT-29 human colon cancer cells. <sup>a-e</sup> Means with the different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.



식물의 경우 수분 포텐셜이 낮은 토양에서 수분을 흡수하여 자라기 위해서는 그 토양보다도 더 낮은 수분 포텐셜을 가져야 하므로 내부적으로 많은 양의 유기 또는 무기물질들이 축적하게 된다. 위의 결과에서 갯질경의 조추출물 및 용매별 분획물이 높은 암세포 성장억제효과를 보였는데, 이는 고농도의 염분의 생육조건에 적응하기 위해 축적된 물질에 의한 것으로 사료된다.

이상과 같이 염생식물자원으로부터 새로운 항암활성성분을 탐색하기 위한 목적으로 갯질경을 이용하여 용매 추출물과 분획물을 암세포에 처리하여 세포독성을 확인하였다. 특히, 용매별 분획물 중 높은 암세포 성장억제율을 보인 85%aq. MeOH, *n*-hexane 및 *n*-BuOH의 분획층에서의 항암 생리활성물질의 존재 가능성을 살펴볼 수 있었다. 따라서 높은 암세포 증식억제율을 보이는 용매 분획물에서의 생리활성물질의 분리, 정제 및 구조 동정을 통해 항암 활성을 가진 건강기능성 식품 및 의약품으로서의 개발이 기대되어진다. 또한, 염생 식물 중에서 식용 및 약용으로의 가치성을 인정받고 있는 함초, 나문재, 갯방풍 등과 함께 새로운 생리활성물질 소재군으로서의 가치를 기대해본다.

## 요 약

본 연구에서는 염생식물의 한 종류인 갯질경을 이용하여 생리활성물질에 의한 항암활성물질의 생성 및 생체방어물질로서의 유용성을 검토하기 위하여 갯질경의 추출물 및 용매별 분획물에서 AGS와 HT-29 인체암세포에 대한 증식억제효과를 검토하였다. 갯질경의 용매 추출물은 시료 처리 농도 증가에 따라 인체 위암 및 결장암세포의 생존율을 농도 의존적으로 감소시키는 경향을 보였다. 시료의 처리농도 200  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 에서 methanol과 methylene chloride 추출물은 인체 위암세포에 대하여 각각 66%와 71%의 암세포 증식억제율을, 인체 결장암세포에 대하여서는 각각 60%와 84%의 암세포 증식억제율을 보였다. 이러한 암세포 증식억제효과는 methanol 추출물보다는 methylene chloride 추출물에서 높게 나타났으며, AGS 인체 위암세포에서 보다는 HT-29 인체 결장암세포에서 다소 높은 효과를 나타내었다. 갯질경의 조추출물이 인체 암세포에 대하여 높은 증식억제효과를 나타내었으므로, 이들 추출물의 용매 분획물을 이용하여 인체 암세포의 성장에 미치는 영향을 살펴 보았다. 그 결과 85%aq. MeOH 분획층에서 가장 높은 암세포 증식 억제효과를 보였으나, H<sub>2</sub>O 분획층에서는 50%이하의 낮은 억제율로 거의 효과를 보이지 않았다. AGS 인체 위암세포의 성장억제효과를 관찰한 결과, 200  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 의 처리 농도에서 85% aq. MeOH, *n*-hexane 및 *n*-BuOH의 분획물이 약 80% 이상의 높은 증식 억제효과를 나타내었으며, HT-29 인체 결장암세포에 대하여서는 85%aq. MeOH과 *n*-hexane의 분획물에서 월등히 높은 증식억제효과가 관찰되었는데, 이 억제효과는 인체 위암세포에서 보다는 높은 저해효과를 보여주었다. 이상의 결과로부터 해양생물 중 염생식물의 한 종류인 갯질경의 높은 항암활성효과와 함께 식용 및 약용으로의 가치가 있는 새로운 생리활성물질의 소재군으로서의 가능성을 확인할 수 있었다.

## 감 사

본 연구는 2002-2007년 학술진흥재단의 중점연구소 연구비 지원 (과제관리번호: KRF 2006-005-J00502)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## REFERENCES

- Shur, Y. J. (2004), Cancer chemopreventive Effects of Dietary Phytochemicals, *J Korean Assoc Cancer Preven* **9**(2), 68-83.
- Nagayama, K., Y. Iwamura, T. Shibata, I. Hirayama, and T. Nakamura (2002), Bactericidal activity of Phlorotannins from the brown alga *Ecklonia Kurome*, *J Antimicrob Chemoth* **50**, 889-893.
- Heo, S. J. and Y. J. Jeon (2005), Antioxidant effect and protecting effect against cell damage by enzymatic hydrolysates from marine algae, *Food Industry Nutr* **10**, 31-41.
- Kwak, C. S., S. A. Kim, and M. S. Lee (2005), The correlation of antioxidative effects of 5 Korean common edible seaweeds and total polyphenol content, *J Korean Soc Food Sci Nutr* **34**, 1143-1150.
- Park, Y. B. (2005), Determination of nitrite-scavenging activity of seaweed, *J Korean Soc Food Sci Nutr* **34**, 1293-1290.
- Yuan, Y. V. and N. A. Walsh (2006), Antioxidant and antiproliferative activities of extracts from a variety of edible seaweeds, *Food Chem Toxicol* **44**, 1144-1150.
- Cho, K. J., Y. S. Lee, and B. H. Ryu (1990), Antitumor effect and immunology activity of seaweeds toward Sarcoma-180, *J Korean Soc Food Sci Nutr* **23**, 345-352.
- Lee, Y. S., D. S. Kim, B. H. Ryu, and S. H. Lee (1992), Antitumor and immunomodulating effects of seaweeds toward sarcoma-180 cell, *J Korean Soc Food Sci Nutr* **21**, 544-550.
- Park, S. Y., B. M. Jung, Y. H. Choi, and S. J. Bae (2005), Growth inhibition effects of cancer cell lines by *gloiopeltis furcata* fractions in vitro, *J Korean Soc Food Sci Nutr* **34**, 771-775.
- Ryu, B. H., D. S. Kim, K. J. Cho, and D. B. Sin (1989), Antitumor activity of seaweeds toward sarcoma-180, *Korean J Food Sci Technol* **21**, 595-600.
- Yan, X., Y. Chuda, M. Suzuki, and T. Nagata (1999), Fucoxanthin as the major antioxidant in *hijikia fusiformis* a common edible seaweed, *Biosci Biotechnol Biochem* **63**(3), 603-607.
- Bae, S. J. (2004), Anticarcinogen effects of *Saorgassum fulvellum* fractions on several human cancer cell lines in vitro, *J Korean Soc Food Sci Nutr* **33**, 480-486.
- Shine, M. O. and S. J. Bae (2005), Anti-proliferating effects of *porphyra tenera* fractions on several cancer cell lines in vitro, *J Korean Soc Food Sci Nutr* **34**, 1543-1519.
- Cha, S. H., G. N. Ahn, S. J. Heo, K. N. Kim, K. W. Lee, C. B. Song, S. K. Cho, and Y. J. Jeon, (2006), Screening of extracts from marine angiotensin- I converting enzyme (ACE) inhibitory activity, *J Korean Soc Food Sci Nutr* **35**, 307-314.
- Min, B. M. and J. H. Kim (1999), Plant community structure in reclaimed land on the West Coast of Korea, *J Plant Biology* **42**, 287-293.
- Shim, H. B., S. M. Seo, and B.H. Choi (2002), Floristic Survey of Salt Marshes and Dunes on Gyeonggi Bay in Korea, *Korean J Environ Biol* **20**(1), 25-34.
- Bang, M. A., H. A. Kim, and Y. J. Cho (2002), Hypoglycemic and antioxidant effect of dietary hamcho powder in streptozotocin-induced Diabetic rats, *J Korean Soc Food Sci Nutr* **31**(5), 840-846.
- Seo, Y., H. J. Lee, Y. A. Kim, and K. E. Park (2004), Antioxidative effect of glasswort (*Salicornia herbacea*) extract from

- Daebudo, *Proceeding of Current Biotechnology and Bioengineering* **10**, 1-7.
19. Han, S. K., S. M. Kim, and B. S. Pyo (2003), Antioxidative effect of glasswort (*Salicornia herbacea* L.) on the lipid oxidation of pork, *Korean J Food Sci Ani Resour* **23**(1), 46-49.
  20. Ng, T. B., F. Liu, and H. X. Wang (2004), The antioxidant effects of aqueous and organic extracts of *Panax quinquefolium*, *Panax notoginseng*, *Codonopsis pilosula*, *Pseudostellaria heterophylla* and *Glehnia littoralis*, *J Ethnopharmacol* **93**, 285-288.
  21. Kitamura, Y., M. Ohta, T. Ikenaga, and M. Watanabe (2002), Responses of anthocyanin-producing and non-producing cells of *Glehnia littoralis* to radical generators, *Phytochem* **59**(1), 63-68.
  22. Min, B. M. (1990), On the Accumulation of Minerals with the Plant Species in a Reclaimed Land, *Korean J Ecol* **13**, 9-18.
  23. Waisel, Y. (1972), *Biology of Halophytes*. Academic Press, London.
  24. Kim, C. S. and T. G. Song (1983), Ecological Studies on the Halophyte Communities at Western and Southern Coasts in Korea(4)-The Halophyte Communities at the Different Salt Marsh Habitats, *Korean J Ecol* **6**, 167-176.
  25. Min, B. M. (1998), Vegetation on the West Coast of Korea, *Ocean Research* **20** Special, 167-178.
  26. Park, J. G., H. Frucht, R. V. LaRocca, D. P. Bliss, Y. Kurita, T. R. Chen, J. G. Henslee, J. B. Trepel, R. T. Jensen, B. E. Johnson, Y. J. Bang, J. P. Kim, and A. F. Gazdar (1990), Characterization of cell lines established from human gastric carcinoma, *Cancer Res* **50**, 2773-2780.
  27. Lee, B. H., Y. H. Moon, B. C. Jeong, K. S. Kim, and S. N. Ryu (2002), Growth characteristics and it's potentiality of use of halophyte, *Suaeda asparagoides* MIQ, *Kor J Intl Agri* **14**(2), 87-93.
  28. Im, S. A., G. W. Kim, and C. K. Lee (2003), Immunomodulatory activity of *Salicornia herbacea* L.components, *Natural Product Science* **9**(4), 273-277.
  29. Lee, K. S., M. H. Lee, I. Y. Chang, S. P. Yoon, D. Y. Lim, and Y. J. Jeon (2006), Macrophage activation by polysaccharide fraction isolated from *Salicornia herbacea*, *J Ethnopharmacol* **103**, 372-378.