

카드뮴의 腸內吸收에 미치는 海藻多糖類의 영향

韓國原子力研究所 環境化學研究室

金永培·姜明喜·李瑞來

=Abstract=

Effects of Algal Polysaccharides on the Intestinal Absorption of Cadmium in Albino Rat

Young-Bae Kim, Myung-Hee Kang and Su-Rae Lee

Environmental Chemistry Laboratory, Korea Atomic Energy Research Institute, Seoul

Effects of alginate and tangle on the suppression of intestinal absorption of heavy metals were tested by albino rats. The absorption of cadmium was suppressed by adding 5% or 10% alginate to the diets contaminated with 5 ppm cadmium, but not by 1% alginate or 10% tangle ($p < 0.05$).

서 론

海藻類는 다량의 탄수화물을 함유하고 있으나 대부분이 非消化性 다당류로서 熱量素로서의 가치는 인정하기 어렵다¹⁾. 그러나 사람이 섭취할 때는 生理的 效果를 기대할 수 있을 것이며 다른 한편 抽出精製된 海藻 다당류는 食品工業을 비롯한 여러가지 용도에 널리 이용되고 있다.

海藻多糖類중 alginic acid는 1883년 Stanford에 의하여 발견된 것으로서 미역, 甘苔 따위의 갈조류에만 함유되어 있으며 β -1, 4-D-mannuronic acid와 β -1, 4-L-guluronic acid로 구성된 heteropolymer이므로 유리 COOH 基에 의한 이온 交換能力을 가진다²⁾. Waldron-Edward 등³⁾은 이러한 alginate가 放射性 strontium의 體內吸收을 억제할 수 있음을 동물실험에 의하여 밝혔으며 Hesp and Ramsbottom⁴⁾ 및 Sutton⁵⁾은 alginate를 食餌에 첨가함으로써 放射性 strontium의 人體內 흡수억제효과가 있다고 하였다.

본 연구는 非消化性이며 無毒하여 식품첨가물로 사용되며 또한 이온 교환능력이 있는 alginate와 아울러 이성분을 함유하고 있는 미역과 같은 海藻食品이 최근 관심을 끌고있는 公害물질인 카드뮴과 같은 重金屬의 人體內 吸收에 억제효과가 있을 것으로 기대하여 착수되

었다. 그리하여 알긴산 나트륨과 미역을 카드뮴으로 오염된 食餌에 첨가함으로써 카드뮴의 腸內吸收에 어떤 영향이 있는가를 우선 동물실험을 통하여 알아 보았기에 그 결과를 이에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

1. 海藻 및 sodium alginate

미역은 전라남도 완도산으로 1975년 3월에 채취한 중등품을 시중에서 구입하여 하룻밤 침수하여 불순물을 제거한 후 햇볕에 말려서 cutting mill을 사용하여 24 mesh로 분쇄하였다. Sodium alginate는 韓國海藻加工株式會社 제품(합성접착제)를 사용하였다.

2. 실험동물의 사육

생후 약 5개월된 Sprague-Dawley 종 albino rat의 숫컷 20마리를 無作爲로 5 group으로 나누어 각각 한 마리씩 쥐장에 넣고 물은 매일 갈아주고 사료는 自由로 먹게 하였다. 적응기간이 끝난후 5일간은 시험사료로 그후 2일간은 기본사료로 사육하였으며 糞은 시험사료를 준 날로부터 7일간 全量 收去하여 80°C oven에서 말린 후 20 mesh로 분쇄하여 분석에 제공하였다. 체중과 사료섭취량은 시험사육기간 7일간을 통하여 측정하였다.

3. 실험동물의 사료

백미는 市販 상등품을 구입하여 2~3회 수세후 볶아서 분쇄하였으며 casein, 실탕, 면실유는 市販품을 사용하였다. 카드뮴의 농도는 $Cd(NO_3)_2$ 로 모든 사료群에서 5 ppm이 되도록 첨가하였다. Salt 및 vitamin mixture는 카드뮴 정량시 문제가 될 수 있으므로 따로 첨가하지 않았고 vitamin C만을 첨가하였다. 기본사료의 조성은 Table 1과 같으며 각 실험群의 사료조성은 다음과 같다.

- 기본사료群: 기본사료 100%에 5 ppm의 카드뮴 첨가
 1% 알진산群: 기본사료 99%에 1%의 알진산 나트륨 및 5 ppm의 카드뮴 첨가
 5% 알진산群: 기본사료 95%에 5%의 알진산 나트륨 및 5 ppm의 카드뮴 첨가
 10% 알진산群: 기본사료 90%에 10%의 알진산 나트륨 및 5 ppm의 카드뮴 첨가
 10% 미역群: 기본사료 90%에 10%의 미역 및 5 ppm의 카드뮴 첨가

Table 1. Composition of basal diet

Component	g/kg diet
Polished rice powder	870
Casein	150
Sugar	50
Cottonseed oil	34
Vitamin C	1

4. 카드뮴분석

카드뮴은 乾式灰化法에 의하여 試料調製후 cadmium powder (Ventron, U.S.A.)를 표준화합물로 하여 Ato-

mic Absorption & Flame Emission Spectrophotometer (Nippon Jarrell Ash Co., Model AA-1)에 의하여 定量하였다⁶⁾. 分析機器의 조작조건은 hollow cathod lamp current, 15 mA; PM tube voltage, 560 V; recorder sensitivity, 0~10 mV; chart speed, 100 mm/min; feul, H_2 0.6 kg/cm²; oxidant, air 1.0 kg/cm² 이었다.

결과 및 고찰

1. 체중증가 및 사료섭취량

7일간의 실험기간중 각 群의 평균체중증가량 및 평균 사료 섭취량은 Table 2와 같다. 평균 사료 섭취량은 기본사료群이 시험사료群보다 높은것 같으나 통계적인 有意性이 없었다($p < 0.05$). 따라서 기본사료에 10%의 알진산을 첨가하여도 사료섭취량에는 영향을 주지 않는 것으로 생각된다.

평균체중 증가량은 1% 알진산群이 가장 높았으며 10% 알진산群이 가장 낮았다. 이것은 알진산이 비소화성 탄수화물이므로 체내에서 흡수이용되지 못하여 그 첨가량이 증가함에 따라 체중증가량이 떨어진 것으로 생각되지만 시험사료群은 기본사료群과 비교하여 통계적인 有意性이 없었다($p < 0.05$).

大森等⁷⁾에 의하면 체중 1 kg 당 $CdCl_2$ 1 mg을 1일 1회 투여했을 때에 13일 이후에 체중증가 억제 경향이 보인다고 보고한 바 있으나 본 실험에 적용된 5 ppm 정도로는 7일동안의 체중증가에 영향을 미쳤다고는 생각되지 않는다.

2. 肝 및 콩팥의 카드뮴 축적

사육이 끝난 후 해부하여 얻은 실험동물의 간과 콩팥의 무게 및 카드뮴의 축적농도는 Table 3과 같다. 체내에 흡수된 카드뮴은 체내의 臟器중 주로 간과 콩팥에

Table 2. Weight gain and feed intake of albino rats fed on alginate diets containing 5 ppm cadmium (Unit : g)

Group	Initial body weight	Final body weight	Av. weight gain/day	Significance**	Av. feed intake/day	Significance*
Basal diet	357.3 ± 8.35*	366.7 ± 9.28	1.34 ± 0.249	—	17.1 ± 1.73	—
1% alginate diet	361.2 ± 31.59	375.9 ± 31.94	2.09 ± 0.426	N.S.	16.7 ± 1.34	N.S.
5% alginate diet	348.8 ± 10.34	360.6 ± 14.57	1.69 ± 0.679	N.S.	14.6 ± 0.83	N.S.
10% alginate diet	365.1 ± 12.97	369.8 ± 12.36	0.66 ± 0.143	N.S.	15.7 ± 0.91	N.S.
10% tangle diet	341.2 ± 6.12	349.4 ± 8.01	1.18 ± 0.548	N.S.	15.5 ± 0.88	N.S.

* Mean ± standard error

** Tested for the difference between basal diet and test diets at 5% level.

Table 3. Concentration of cadmium in the liver and kidney of albino rats fed on alginate diets containing 5 ppm cadmium

Group	Liver weight (g)	Cd concn in liver(ppm)	Significance**	Kidney weight (g)	Cd concn in kidney(ppm)	Significance**
Basal diet	13.0±0.42*	0.14±0.013	—	2.7±0.12	0.90±0.051	—
1% alginate diet	13.7±1.45	0.16±0.017	N.S.	2.7±0.35	1.03±0.178	N.S.
5% alginate diet	12.7±0.34	0.14±0.015	N.S.	2.7±0.09	0.78±0.048	N.S.
10% alginate diet	14.7±0.30	0.14±0.001	N.S.	2.7±0.21	0.75±0.050	N.S.
10% tangle diet	13.2±0.85	0.17±0.012	N.S.	2.5±0.87	0.68±0.021	S.

* Mean±standard error

** Tested for the difference between basal diet and test diets at 5% level.

Table 4. Intestinal absorption of cadmium by albino rats fed on alginate diets containing 5 ppm cadmium

Group	Cd intake (μg)	Cd excretion (μg)	Excretion ratio (%)	Absorption ratio (%)	Significance**
Basal diet	461±51.2*	378±38.1	82.3±0.86	17.7±0.86	—
1% alginate diet	399±32.0	353±21.9	89.0±2.56	11.0±2.56	N.S.
5% alginate diet	357±20.2	320±13.5	88.3±1.92	11.7±1.92	S.
10% alginate diet	467±26.9	432±19.5	92.9±2.56	7.1±2.56	S.
10% tangle diet	388±22.1	335±21.2	86.2±2.28	13.8±2.28	N.S.

* Mean±standard error

** Tested for the difference between basal diet and test diets at 5% level.

높은 농도로 축적된다고 알려져 있다⁷⁻⁹⁾. 그러나 본 실험에서는 극히 낮은 농도로 검출되었으며 시험사료群과 기본사료群과의 차이도 10%미역群에서의 콩팥을 제외하고는 통계적으로 有意性이 없었다($p < 0.05$). 이는 사육기간이 짧아서 비교적 소량의 카드뮴을 섭취하였기 때문이라고 생각된다. 다만 10% 미역群에서 콩팥에서는 특히 낮은 농도가 검출된 반면 간에서는 가장 높은 농도로 검출되었는 바 그 이유는 알 수 없으나 흥미로운 사실이라 하겠다.

3. 카드뮴의 腸內吸收率

Albino rat에 의한 카드뮴의 섭취량 및 배설량 그리고 이들로부터 계산한 카드뮴의 배설율 및 흡수율은 Table 4와 같다. 사료의 카드뮴 함량을 분석한 결과는 각각 기본사료群 5.32 ppm, 1% 알긴산群 4.78 ppm, 5% 알긴산群 4.89 ppm, 10% 알긴산群 5.95 ppm, 그리고 10% 미역群 5.02 ppm으로 대체로 5 ppm 수준이었으나 사료섭취량의 차이 때문에 카드뮴의 섭취량에도 차이가 있었다.

Deck 등⁹⁾에 의하면 2mg의 카드뮴을 1회 經口투여 하였을때 24시간후 40%, 72시간후 88%가 糞과 함께 배

설되며 360시간 후에는 98%가 배설된다고 보고하였다. 본 실험의 결과는 기본 사료群에서 섭취한 카드뮴의 82%가 배설되는 것으로 나타났으며 알긴산의 첨가에 따라 더욱 많은 양이 배설되어 5% 및 10% 알긴산群에서는 기본사료群과 비교하여 카드뮴의 腸內吸收 억제효과가 있음이 나타났다. 1% 알긴산群과 10% 미역群에서는 기본사료群보다 흡수율은 낮아졌으나 통계적으로 有意性이 없었다($p < 0.05$).

알긴산 나트륨은 수용성으로서 물에 녹으면 電離하지만 카드뮴과 같은 중금속과 결합하면 불용성물질이 되고 그 자체가 非消化性물질인 가닭에 그대로 배설되므로 카드뮴의 흡수율도 떨어지는 것으로 생각된다.

放射性 오염물질중 放射性 strontium의 腸內吸收를 억제하는 물질을 광범하게 조사한 결과 alginate가 매우 유력한 물질임이 알려지게 된 바 있다. 최근 우리나라에서는 重化學工業을 적극적으로 추진하고 있고 이에 따라 카드뮴에 의한 環境오염, 더 나아가 이의 人體內蓄積이 열려되고 있는 바 카드뮴의 經口的 체내흡수를 食品成分에 의하여 억제하는 방법 또는 機作을 연구함은 매우 중요한 연구과제라 하겠다. 실험동물에 의한 본 실험에서 aliginat은 카드뮴의 腸內吸收를 약간 억

제하는 것으로 나타났는 바 보다 정밀하고 충분한 실험이 수행되어야 할 것이다.

결 론

海藻多糖類가 重金屬의 體內吸收에 미치는 영향을 흰 쥐를 통하여 알아본 결과 5 ppm 수준의 카드뮴으로 오염된 食餌에 5% 혹은 10%의 알진산을 첨가할 때 카드뮴의 腸內吸收 억제효과가 있었으나 1% 알진산 혹은 10% 미역의 첨가는 효과가 없었다($p < 0.05$).

참 고 문 헌

- 1) 姜明喜, 金永培, 李瑞來: 동물실험에 의한 몇가지海藻食品의 消化吸收率, 韓國營養學會誌, 9:69, 1976.
- 2) Ludwig, B. J., Holfeld, W. T. and Berger, F.M.: *Cation exchange properties of alginic acid*, *Proc. Soc. Expt'l. Biol. Med.*, 79:176, 1952.
- 3) Waldron-Edward, D., Paul, T. M. and Skoryna, S. C.: *Suppression of intestinal absorption of radioactive strontium by naturally occurring non-absorbable polyelectrolytes*, *Nature*, 205: 1117, 1965.
- 4) Hesp, R. and Ramsbottom, B.: *Effect of sodium alginate in inhibiting uptake of radiostrontium by the human body*, *Nature*, 208, 1341, 1965.
- 5) Sutton, A.: *Reduction of strontium absorption in man by the addition of alginate to the diet*, *Nature*, 216:1005, 1967.
- 6) 日本分析化學會 關東支部編: 公害分析指針 7, 食品編 1-a, 共立出版株式會社, 1972.
- 7) 大森義仁, 高仲正, 小野田欽一, 中浦楓介, 浦久保五郎, 長谷川明: 有害金屬의 生體內學動에 關する 研究 (第2報), 食品衛生學雜誌(日本), 16:240, 1975.
- 8) 浦久保五郎, 大森義仁, 高仲正, 小野田欽一, 長谷川明: 有害金屬의 生體內學動에 關する 研究 (第1報), 食品衛生學雜誌(日本), 16:172, 1975.
- 9) Decker, C. F., Byerrum, R. U. and Hoppert, C. A.: *A study of the distribution and retention of cadmium-115 in the albino rat*, *Arch. Biochem. Biophys.*, 66:140, 1957.