

Cobalt-60 동위원소에 의한 지하수의 멸균효과

Sterilization Effect of Cobalt-60 to Irradiation for Bottled Natural Spring Water

최 무웅*

요 약

PET병에 넣어 시판되고 있는 일부 물종에서 일반세균과 대장균이 문제되고 있어 이러한 균을 멸균하기 위한 실험을 Cobalt - 60과 X-ray를 이용하여 효과를 비교했다. 그 결과 Cobalt - 60에 의해서 1.1KGY의 선량으로 물속의 모든 균은 멸균되었으나 X-ray에 의한 실험(56KVP 1mA 9초까지의 조사)에는 효과가 없었다. 앞으로 장기간 보관식품은 ^{60}Co 에 의한 조사가 효과적이라고 생각되며 아울러 조사된 물은 인체에 하등의 영향을 주지 않는다.

1. 서 론

지구의 생성과 더불어 지표면은 우주선에 의해 모든 물체들은 조사되어 왔다. 또한 지구 표면의 모든 물질들도 동위원소로 구성되어 있다. 그중 안정과 불안정동위원소로 구분되어 이물질들은 우리들의 생활에 영향을 주고 있다. 그러나 기술혁신으로 인하여 동위원소 이용은 높은 부가가치를 올리게 되었고 의학, 공학, 농학, 기초과학등에서 폭넓게 이용되고 있다. 이용 목적에 따라 어떤 핵종의 동위원소를 사용할 것인가가 결정된다. 물의 순환과정을 파악하기 위해서는 수소 또는 산소의 동위원소가 적합함으로 ^3H 를 선택하는 것이 타당하다. 그리고 그 반감기가 12.26년이므로 지하수 순환에는 최적일 것이다. 이렇듯 각기 목적에 따라 서로 다른 핵종의 선택이 요구된다. 본 연구는 최근 시판되고 있는 광천수(지하수)속에 일반세균 및 대장균이 허용치의 수만 배가 들어 있다는 충격적인 조사 결과가 발표되었기 때문에 물을 멸균하여 장기 보존될 수 있는 방법으로 ^{60}Co 과 X-Ray를 조사하여 그 효과를 얻기 위한 실험적 연구에 목적을 두었다.

* 전국대학교 이과대학 지리학과

2. ^{60}Co 의 조사배경

우리들의 생활주변은 장기보관 방법으로 염장, 건조, 냉동등 재래적 방법이 아직까지도 주로 이용하고 있다. 그러나 펄펄 끓는 온천수 속에도 세균이 성장한다는 사실을 우리들은 기억 해야한다. 식품보관을 위해 위의 방법은 세균으로부터 완전히 해방되지는 못함으로 그 유효기간이 기록되도록 법적으로 규정되었다. 현대는 기초과학의 발달과 더불어 국민생활수준 및 의식수준의 향상으로 포장식품이 선호되고 있는 현실이다(그림1).

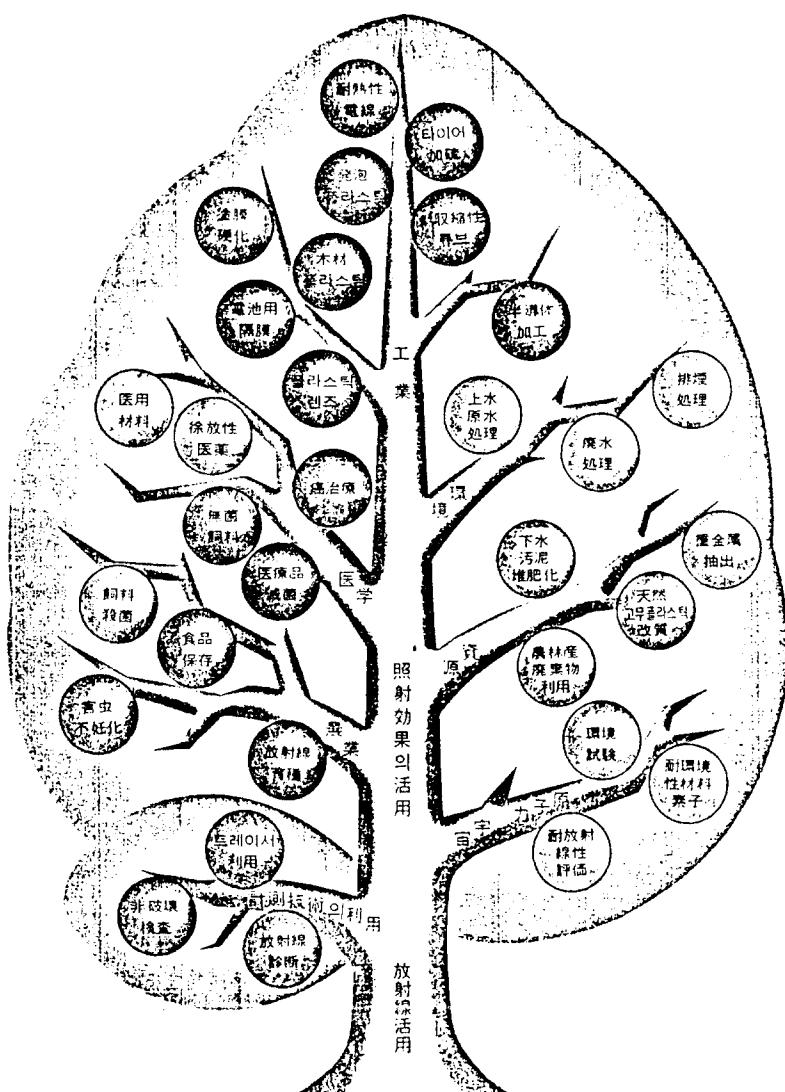


그림1. 원자력의 이용

어떻게 하면 유통기간을 길게 하여 제품의 고부가가치를 올릴수 있을 것인가하는 것은 얼마나 잘
균으로 부터 방어될수 있느냐에 달렸다. 현재는 1회용 플라스틱제품, 의약품, 면봉, 탈지면, 껌즈
등은 EO가스멸균을 하고 있으나 앞으로 몇 년이내에 방사선에 의한 100% 멸균으로 전환될 것이다.
방사선멸균은 그 내용물을 변조시키지 않고 원상 그대로 완전멸균되어 유통기간을 장기화 할 수 있
기 때문이다. 그러므로 이와같은 목적에 적합한 핵종은 ^{60}Co 이다. ^{60}Co 은 반감기가 5.26년이며
강도가 100%이므로 투과력이 매우 좋다. 또 물 11.3cm, 납 1cm를 투과할 수 있으므로 식품조사에

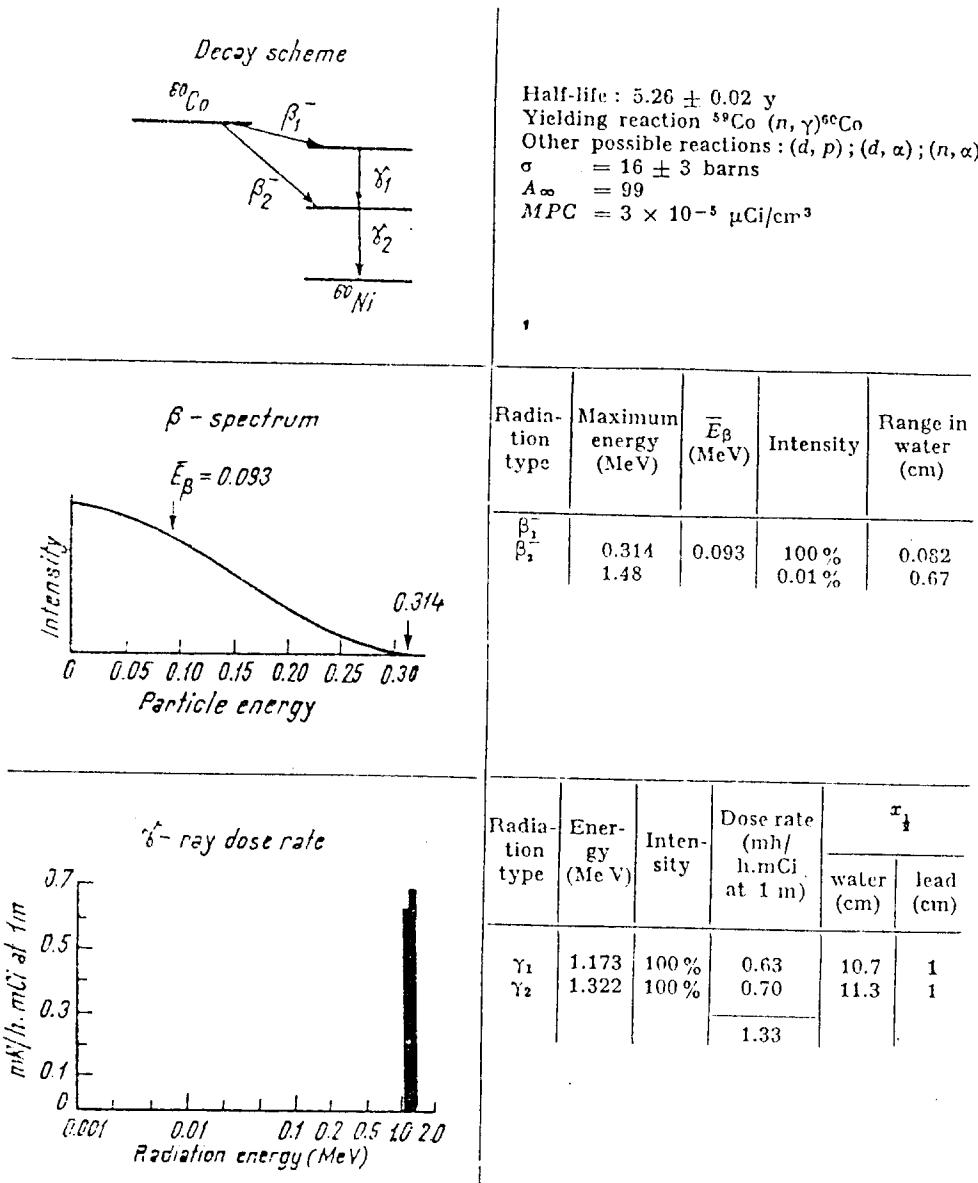


그림2. ^{60}Co 의 봉괴상태 (Gaspar(1972), Radiactive tracers in Hydrology, p.318)

는 최적동위원소 이라고 생각된다(그림2).

우리는 위험하다는 방사선을 죄인 식품을 먹어도 안전한가에 대한 불안감이 잠재해 있다. 이웃 일본의 과학기술청 원자력 기술진흥과에서 발표된 팜프렛에 의하면 다음과 같다. 방사선을 죄인 식품을 먹어도 건강에 해가 없는가의 질문에 그 답은 정해진 방법에 따라 바르게 방사선을 조사하는 한 전혀 걱정없습니다 라고 대답했다. 이것에 대해서는 국제 원자력기구(IAEA), 국제식량농업기구(FAO), 세계보건기구(WHO)에서 10년간 시험을 거쳐 1980년에 안정성을 보고했다. 아울러 10KGY(키로 그레이)*이하의 선량으로 조사했을 경우 어떠한 식품도 조사후 사람이 먹었을 경우 건강에 대해서는 아무 문제가 없다고 했다.

식품에 방사선을 죄여도 그 식품은 방사선을 절대로 발생하지 않는다는 안전성이다. 이에 관한 증거는 방사선이 열로 변화하여 빠져 나가 버리기 때문이다. 위에 기술한 바와같이 안전성은 보장되고 있으므로 물(지하수) 즉 병에 포장된 상태로 멸균하여 유통기간을 늘릴수 있으며 안전 음료로 국민 건강에 기여 할 것으로 생각된다.

3. 실험재료 및 방법

실험재료는 통상 물 판매회사에서 시판용으로 병에 넣은 것을 택했다. 시료는 1.8리터 완전밀폐된 PET병에 들어 있는 것을 대장균과 일반세균을 검사한 후 ^{60}Co 동위원소로 시료1은 비조사, 시료 2-4까지 1.1KGY, 시료5-7까지 3.5KGY, 시료 8-10까지 5.0KGY씩 조사했다. 조사는 그린피아기술주식회사 여주공장에서 실시했으며 일반세균과 대장균은 전국대학교 이과대학 수문학실험실에서 실시했다. 아울러 X-ray에 의한 조사 실험도 함께하였다. 3개의 시료를 대장균, 세균을 검사한 후 시료 1에서 2초, 시료2에는 5초, 시료3은 9초씩 전국대학교 부속 민중병원 방사선과에서 실시했다. 실험에 이용된 기기는 일본 HITACHI Model MEDIX-200U 정격 150KVP 850mA이다. 시료조사 조건은 56KVP 1mA이다.

4. 실험결과 및 검토

준비된 시료를 ^{60}Co 와 X-ray를 조사한 결과는 다음과 같다. ^{60}Co 을 조사하기 위해 시료에 대장균과 일반세균이 들어 있는가를 검사한 결과 시료 2 와 시료6에서 대장균이 양성으로 나타났을

* 방사선 에너지 단위로 10KGY이 조사는 1그램의 물질이 방사선에 의하여 약 2.4cal의 에너지를 받는 것에 해당한다는 것.

뿐 그 외는 음성반응을 보였다. 일반세균은 10개의 시료 전부 양성으로 나타났으며 특히 시료 10 에는 인공적으로 토양세균을 400,000개를 투입했다. 시료 10 개를 4 그룹으로 나누었다. 시료 1 은 비조사, 시료 2 - 4 까지는 1.1 KGy, 시료 5-7 까지는 3.5 KGy, 시료 8 - 10 까지는 5.0 KGy 를 조사한 결과 시료 10 에서 일반세균이 400개/ml 가 있을뿐 일반세균과 대장균은 멸균되었다(표 1).

〈 표 1 〉 ^{60}Co 에 의한 조사 전후의 멸균상태

시료 번호	조사 전		조사 후		
	대장균	일반세균	조사선량	대장균	일반세균
1	(-)	(+)	비조사	(-)	(+)
2	(+)	(+)		멸균	멸균
3	(-)	(+)	1.1KGy	멸균	멸균
4	(-)	(+)		멸균	멸균
5	(-)	(+)		멸균	멸균
6	(+)	(+)	3.5KGY	멸균	멸균
7	(-)	(+)		멸균	멸균
8	(-)	(+)		멸균	멸균
9	(-)	(+)	5.0KGY	멸균	멸균
10	(-)	40만개투입		멸균	400개/ml

모든 시료가 조사전 대장균 및 일반세균이 음성 및 양성이었으나 조사후 멸균상태 였다. 그러나 시료 10 에 400,000개의 토양균을 넣고 5.0KGY로 조사한 결과 400/ ml개 남아 있으므로 음용수 수질 기준치의를 상회하고있다. 그외는 멸균 상태 였다. 그러므로 지하수를 원료로한 제조수는 ^{60}Co 동위 원소를 1.1 KGy 조사선량으로 만족도를 나타내고 있으므로 장기 보관이 가능하며 수출에 하자가 없을 것으로 사료된다. X-Ray에 의한 조사실험은 시료 1 ~ 3 까지 조사 시간의 차이를 두어 조사한 후 대장균과 일반 세균을 검사한 결과 조사전과 동일함으로 X-ray에 의한 효과는 없

〈 표2 〉 X-Ray에 의한 조사전 후의 멸균상태

시료 번호	조사 전		56KVP	조사 후	
	대장균	일반세균		대장균	일반세균
1	(-)	(+)	2초	(-)	(+)
2	(+)	(+)	5초	(+)	(+)
3	(-)	(+)	9초	(-)	(+)

었다(표 2). 시간적으로는 생산라인 속도가 1회/9초 걸리므로 본 실험에서 9초의 최대시간으로 조사했으나 효과가 없는 것은 조건을 더 강하게 하여 X-Ray 을 고밀도로 투과시켜야 효과가 있을 것으로 사료되므로 X-Ray조사 방법은 경제적이지 못한 것이 단점이다. 이와같이 동위원소를 이용한 멸균방법이 바람직 스러우나 ^{60}Co 의 경우는 설치비용이 많이 드는 단점이 있으며 X-Ray 는 설치비는 작으나 운영비가 많이 드는 단점이 있다. 그러나 미래의 포장식품은 보다 멸균율 철저히 하여야 만이 UR 을 대비하여 경쟁력을 지닐수 있다고 생각된다.

5. 결 론

^{60}Co 의 반감기 5.26년을 이용하여 병에 들어 있는 물 1.8리터을 조사선량별로 조사실험 결과와 X-Ray 에 의한 조사결과를 이용하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. ^{60}Co 에 의하여 10개의 시료를 조사한 결과 일반 지하수는 1.1 KGY 선량으로도 1.8리터가 완전 멸균되었다.
2. X-Ray 에의한 조사는 56 KVP 1 mA로 9초까지 1.8리터 을 실시한 결과 멸균효과 가 없었다. X-Ray에 의한 멸균은 보다 많은 시간과 조사강도를 높여야 효과가 있을 것으로 생각된다.
3. ^{60}Co 의 멸균효과는 완벽한 반면 시설 투자비가 많이 드는 것이 단점이며 X-Ray는 투자비는 작으나 운영비가 많이 드는 것이 단점이다.
4. ^{60}Co 으로 5 KGY 조사한 결과 토양균 400,000 개를 멸균하지 못했다.

6. 사사

본 실험을 위해 협조를 아끼지 않은 (주) 건국 하이텍과 건대 이파대 물리과 박정덕 교수님 그리고 ^{60}Co 을 직접 조사해 주신 그린피아 기술 주식회사 사장님을 비롯하여 오주하 공장장님 그외 건대 부설 민중병원 방사선과 윤과장님등 여러분의 협조로 실험이 행하여 졌음을 밝히며 그 분들께 진심으로 감사드립니다.

참고 문헌

- 최무웅 (1973) Tritium 에의한 지하수 침투시간 측정, 일본지리학회 발표 요지,
No. 5, pp. 82- 83.

- 최무웅 (1975) 트리치움에 의한 지하수의 체류시간, 일본지리학회 발표요지,
No. 8, pp. 203 - 204.
- 최무웅 (1976) 동위 원소 측정에 의한 동굴의 물순환 측정법, 한국동굴학회
Vol. 2, No 2, pp. 27.
- 최무웅 (1983) The use of environmental Tritium in tracing alluvial
groundwater in NASU, 지리학총, 제 10 호, pp. 92- 107.
- 최무웅 (1983) 트리치움 농도 분석에 의한 선상지 지하수의 유동, 지리학, No.
5, pp. 39-45.
- 최무웅 (1985) 환경 트리치움의 분석방법, 환경과학, Vol. 1, No. 1, pp. 100-108.
- 최무웅 (1989) 우수중의 Tritium 농도측정, 장안 지리학회, 장안지리 제 4 권
5호, pp. 1-16.
- 최무웅 (1987) 물수지, 반도출판사, pp. 476.
- 최무웅 (1990) 지구과학, 자유 출판사, pp. 539.
- 이상석 (1987) 방사선 생물학, 고문사, pp. 212.
- 보문집 (1991) 전국 방사선 안전 관리자 대회, 한국 방사선 동위 원소 협회,
pp. 212.
- Gaspar, E., and M. Oncescu (1972) Radioactive tracers in Hydrology, Elsvier,
pp. 342.