



## 기능수(機能水)의 활성산소 소거 기능

박 무 현

한국과학기술정보연구원

### 1. 생명유지와 물의 기능

#### 1.1. 노화와 물의 상관관계

지구의 생명체는 50억 년 전에 바다에서 시작되었다고 한다. 그 증빙의 자료로서 바닷물과 혈액의 성분유사성을 제시하고 있다(표 1). 그리고 인간의 몸은 60~70%가 물로 이루어져 있는 것으로 보아, [물(바다) = 생명]의 이론이 정립된다고 볼 수 있다.

표 1. 바닷물과 혈액의 화학물의 조성 대비<sup>(1)(2)</sup>

시료종류	염화물	황산이온	나트륨	칼륨	칼슘	마그네슘
바닷물	55.2	7.7	30.6	1.1	1.2	3.7
혈액	40.1	10.9	34.8	1.9	2.1	4.8

생체기능의 차원에서 생각해보면, 늙는다는 것은 바로 물의 부족에 의한 윤기(潤氣)의 상실을 의미하는 것이기도 하다. 인간은 갓난아기로 이

세상에 태어난 순간부터 나이를 먹음에 따라 점차로 수분을 잃어간다는 것을 표 2와 표 3의 자료에서 볼 수 있다.

표 2. 연령별 체액양의 비교(중량%)<sup>(1)(2)</sup>

구분	출생 직후	출생 후 3개월	10세	20세	50세	70세
남	77	70	62	62	60	55
여	77	70	55	55	45	45

표 3. 연령별 수분 출납량 변화(ml/kg/24hr)<sup>(1)(2)</sup>

연령	0세	5세아	10세아	젊은 남자	젊은 여자
출납량	125~150	100	75	30	25

신체조직에서 차지하는 체액양의 비율은 나이를 먹음에 따라 점점 감소한다는 것을 알 수 있다. 체액인, 혈액, 림프액, 세포내액 등, 어느 것이라도 신진대사, 면역기능, 영양보급 등 생체기능의 중심을 담당하고 있다.

## 1.2 인체의 물 섭취 및 배설량/1일간

조사결과에 의하면 성인(건강한 남자)은 하루에 2.0~2.5리터의 물을 섭취하는 것으로 나타나고 있다. 그 내역은 (1)그대로 마시는 것으로 약 1.2리터, (2)식품중의 함유된 수분에 의해 약 1리터, 그리고 (3)체내의 대사반응인, 즉 영양분 + 산소 → 물 + 탄산가스 + 에너지 과정에서 물이 약 300ml가 생성되어 활용된다. 그리고 사람의 몸으로부터 배설되는 물의 양은 오줌으로서 제일 많이 (1.5리터정도) 배설하고, 그 다음이 땀으로 0.6리터 호흡으로 0.3리터 모두 합하면 약 2.4리터로 출납의 균형을 이루고 있다. 물은 몸속을 순환하면서 각 세포에 영양분과 산소를 공급하고, 필요 없는 노폐물을 체외로 배출시키는 것이 중요한 역할이다. 이를 위하여 물은 (1)물질을 잘 용해시키는 용매로서 운반을 잘할 수 있어야 하고, (2)불용의 노폐물을 배설하고, (3)체온을 조절하며, (4)삼투압을 조절하고, (5)pH를 조절을 하는 기능을 하고 있다.

## 2. 기능수의 종류별 특성과 제조기술

### 2.1. 기능수의 정의

일본의 기능수학회는 기능수란, 「물의 인위적인 처리에 의해 재현성이 있는 유용한 기능을 획득한 수용액으로서, 그 처리와 기능에 관한 과학적 근거가 밝혀진 것」이라 정의 하고 있다. 즉, 단순히 잔류염소를 제거하기위한 각종의 정수기나 불순물을 제로 상태로 근접시키고자하는 역삼투막(RO)방식과 같은 정수기로부터 생성되는 것은 사실상 기능수라 할 수 없고, 주로 물리적 처리를 하여 어떤 기능을 가지게 하는 것이며, 구체적으로는 전장(電場), 자장(磁場), 원적외선, 음파 및 압력 등 에너지 활성화장에서 처리된 것을 말한다.

### 2.2. 기능수의 종류

대표적인 기능수의 종류로는 (1) 6각수, (2)전해이온수, (4)고주파 환원수, (5) 수소 풍부수(활성수소수)가 있다.

### 2.3. 전해 알칼리 이온수의 특성과 제조

전해수란 활성탄 등으로, 염소 등의 불순물을 정수한 상태의 물을 그림 1과 같은 구조의 양(+)극판과 음(-)극판의 사이에 이온성의 물질만이 투과할 수 있는 격리 막을 설치하여 약한 전류를 통하므로 생성되는 음극 측의 알칼리수(환원수)와 양극 측의 산화수를 지칭하는 것이고, 특히 전해 알칼리이온수란 음극측에 생성되는 약 알칼리수를 말한다. 알칼리 이온수, 수도수 및 미네랄워터의 특성차이는 다음 표 4에 나타난 것과 같이, 양(+)이온성 미네랄이 많고, pH가 알칼리성이며 ORP가 강한 환원형이라는 것이 특색으로 나타나고 있다.

전해수는 첨가물과 전해강도에 따라 여러 종류의 기능성 물을 얻을 수 있다. 원수에 포함되고 있는 여러 가지 미네랄이 전기분해과정에 음극 측에는 알칼리 이온(칼슘이온, 칼륨이온, 나트륨이온, 마그네슘이온 등의 양이온성 미네랄이 모이고, 수소가 발생)과 양극에는 산성(염화이온, 황 이온 등의 음이온성의 물질들이 모이고, 산소가 발생)의 물로 분리생성 된다. pH 및 ORP를 기준으로 분류된 산성수(강, 약)와 알칼리수(약, 강)의 특성과 용도는 표 5에 나타난 것과 같다.

#### 제조 장치와 이론

<그림 1>과 같은 전해조 안에 미네랄이 녹아있는 원수를 담아, 양극전극과 음극전극에 직류전원을 연결하고 전류를 통하면 두 전극에는 아래와 같은 화학변화가 일어난다.



표 4. 알칼리 이온수, 수도수 및 미네랄워터의 비교<sup>(3)</sup>

항목	수도수	약 알칼리이온수(환원수)	미네랄워터
PH	7.0 전후	9~10	7.0 전후
총 알칼리도	28	112	31
Ca	31.2	56.1	45.1
Mg	5.8	7.8	6.8
K	2.5	4.3	4.1
Na	6.0	7.5	6.2
Cl- 염소	23.4	7.1	59.1
산화환원전위	+553mv	-283mv	+251mv
클러스터	117	58	108
삼투압	중(中)	고(高)	중(中)
용해력	중(中)	고(高)	중(中)
열·전기전도율	중(中)	고(高)	중(中)
살균작용	중(中)	고(高)	저(低)
표면장력	고(高)	저(低)	고(高)
후생성 의료효과인정	없음	있음	없음

<표 5> 전기분해수의 종류별기능과 용도<sup>(5)</sup>

종류	특성	효능	용도
강산성수(强酸性水)	pH 2.0~3.5 ORP +1000~+1150mV	세정살균효과 astringent(수렴)효과	· 생체 신선식품의 세정살균과 선도유지 · 사용기기, 도마, 종사인원의 소독(살균 세정) · 식물재배의 병(病) 발생예방과 방제
강 알칼리수	pH 11.0~12.2 ORP -850~-1000mV	제균 세정 효과 성장촉진효과	· 식품재료의 제균세정과 선도유지 · 식품가공의 조리 용수 · 종묘(種苗)나 식물의 발아·성장의 촉진용의 살포제 · 토양의 중화와 개량
약 알칼리수	pH 8.5~9.8 ORP -450~-700mV	위장(胃腸)내의 기능의 정상화 음료·조리용의 맛의 발현	· 위장내 불량, 위산과다의 재병상에 음료용 · 식품조리용 · 어육류의 변색방지, 생체신선식품의 선도유지
약산성수	pH 5.5~6.5 ORP +700~+800mV	세정살균효과 astringent(수렴)효과	· 식재료의 멸균세정이나 조리전 발효균억제 · 조리기구, 상, 도마 등의 세정이나 손 씻는 물로 사용 · 어육 등의 냉동식품의 해동용

※자료: 「食品と開發」 1996년 7월호 「 주목되는 기능수와 수 처리기술」

증가와 OH<sup>-</sup>의 감소로 산성수가 된다. 2(O)는 결국 O<sub>2</sub>가 되어 일부는 물에 용해되어 용존산소가 많은 물이 된다. 음이온이 모여들며 이들은 전자(e)를 양극전극에 빼앗기는 반응이 일어난다.  $2 Cl^{-} + 2 e \rightarrow Cl_2$   $Cl_2 + 2 H_2O \rightarrow 2 HClO + 2 H^{+} + 2 e$  염소가스(Cl<sub>2</sub>)와 차아염소산(HClO)이 발생한다.

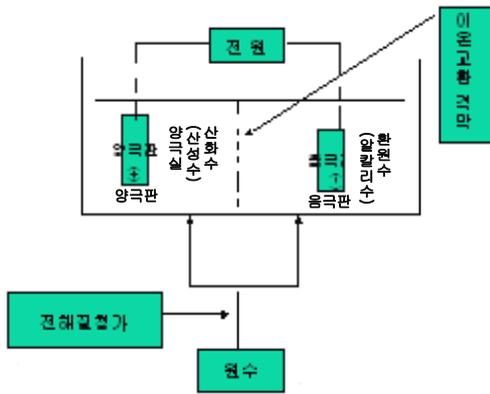


그림 1. 전기분해정수기 모형도<sup>(4)</sup>

- 음극실 :  $4 H_2O + 4 e \rightarrow 4 OH^{-} + 2 H_2$  , OH<sup>-</sup>의 증가와 H<sup>+</sup>의 감소로 알칼리수가 된다. 수소(H<sub>2</sub>) 가스가 발생하며, 일부는 물에 용해되어 용존 수소가 많은 물이 된다. 양이온이 모여들며, 이들은 음극전극으로부터 전자(e)를 받는 반응이 일어난다. 그 결과 무기미네랄이 많은 물이 된다. 전자(e)의 증가로 산화환원전위(ORP)가 떨어진다<sup>(34)</sup>.

○ 알칼리 이온수의 특성

전해수기의 음극 쪽의 알칼리 수는 인체에 유해한 염소이온은 물론 유해 활성산소도 제거되며, 미네랄은 활성화(이온화)되어 환원력이 강해, 인체에 흡수가 잘되며, 물 입자가 작아 용해력과 흡수가 좋다. 특히 약알칼리 수는 풍부한 칼슘과 마그네슘의 함게치인 물의 경도가 l당 50mg 정도이

며, 강알칼리 수는 pH 11, ORP(산화환원전위)-850~-1000mV로 강한 환원력을 가지며, 약알칼리 수는 pH 8~9, ORP -450~-700mV정도로 중성에 가까우면서 환원력도 우수하여 건강기능수로 음용에 사용된다. 전기분해수가 음용으로 사용될 경우 가장 염려스러운 것은 pH가 중성을 유지 하지 못하여 인체와의 균형에 문제가 될 수도 있다는 것이다.

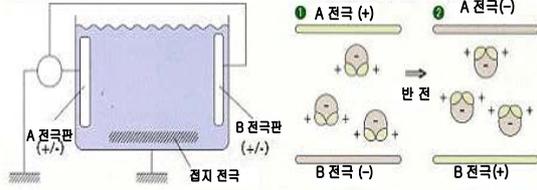
2.4. 고주파 환원수(高周波還元水)(6)의 특성과 제조

고주파를 처리하여 물의 클러스터를 작게 하고 물의 산화환원 전위(ORP)를 낮추어 용존 수소를 증가시켜 환원력을 높인 물로서, 전해방식과 같이 산성과 알칼리로 구분되지 않으면서 ORP(산화환원전위)와 수소이온의 증가로 환원력을 높이는 장점을 가지는 기능수이다. 고주파 환원수는 물을 직류처리에 의한 전해수(直流電解水)와는 구조가 다른 교류전류 처리에 의한 미네랄 환원수 이다.

제조이론

- 물의 일반적인 전기분해는 직류전기로서 음양의 전극을 설치하여 이루어지나, 고주파환원정수기는 교류를 사용 하므로 통상의 전기분해와는 다르다. 제3의 지중전극<그림 2>의 설치에 의해 일부에 직류와 유사한 현상으로 전기분해를 발생시킨다. 일반적으로 만들어지고 있는 전기분해 알칼리 이온수는 음극 측의 물만을 마시나, 부자연한 알칼리성 (PH9이상)인 것이다. 마이너스 전하의 필요원소인 셀레늄이나 유황, 인, 불소 등은 산성을 나타내는 양극 측에 분리되어 음용되지 않는 불균형이 있다. 그러나 고주파환원수기에서는 대부분의 이온을 모두 함유하게 되고, 거의 중성의 상태

로 산소와 탄소가스를 적당히 함유하는 물을 만들 수 있다.



- 고주파처리기의 구조 - 고주파를 걸때의 물 분자의 거동

그림 2. 고주파 환원수의 제조기 구조와 물 분자 거동의 개념도<sup>(7)</sup>

- 분해과정에서는 산소 (O<sub>2</sub>) 와 수소 (H<sub>2</sub>)가 발생하나, 산소는 제일먼저 기체로 발산하고 수소가 우세하게 되어 산화환원전위 (ORP치) 는 -100mv~-250mv를 나타낸다.

**특성**

- 고주파 환원수란 30~40kHz의 고주파를, 특수

한 회로에 의해 물에 주는 것에 의해 일반수 도수의 냄새나 염소취를 제거하고, 전자 에너지를 물에 주어 산화환원전위를 마이너스 측으로 돌린 물이다(물을 전기분해 하지 않음). 이 물에는 다음과 같은 효과가 있다. (1)삼투압의 증대, (2)계면활성작용의 증대, (3)미네랄 용해의 증대, (4)기름의 산화 억제, (5)살균작용, (6)식품의 선도 유지 등의 효과를 보이고 있다.

- 고주파전해환원수는 pH를 중성으로 유지시키면서 산화환원전위를 낮게(환원상태)하는 것이 전기분해 수와 다른 것이 그 특성이다. 이 고주파처리 환원수(일명 활성수소수)의 특성과 우수성은 표 6에서 보여주는 것과 같이 pH를 쉽게 중성상태로 조절하면서 산화환원전위를 낮게 유지하여 환원력을 높일 수 있다. 그리고 용존산소를 높게 유지하면서 용존수소 량도 높게 유지할 수 있는 것이 전해(음극과 양극으로 분해)알칼리 이온수보다 우수한 특성들

표 7. 미네랄환원수의 우수성 대비<sup>(6)</sup>

점검사항	고주파미네랄 환원수	천연수	전해 알칼리이온수	일반 필터 정수기 물
물에 유용한 미네랄이 다량으로 함유하고 있다	◎	○	△	△
미네랄의 균형이 좋다	◎	◎	△	△
pH가 중성부근에 있다	○	○	×	○
물의 흡수성이 좋다 (이온화하고 있으므로)	◎	○	○	×
물의 산화환원 전위가 낮다 (PH 7에서)	◎	△	◎	×
용존산소가 많다	◎	○	×	○
고주파 미네랄 환원수는 음료수로서의 요구를 대부분 만족하고 있다.				

가진다고 할 수 있다. 그리고 표 7, 그림 3와 같이 고주파 미네랄 환원수는 생체의 물과 유사한 물임을 알 수 있다.

표 6. 미네랄 환원수 (활성수소수) 의 특징<sup>(6)</sup>

		수온(℃)	pH	산화환원전위(mv)	용존산소량(ppm)	용존수소량(ppb)
수도수		13.1	7.5	+652	10.0	23~26
환원수	전해도1	12.7	9.8	-94	9.4	400~450
	전해도2	13.2	10.3	-247	8.6	690~720
	전해도3	13.2	10.4	-494	8.2	880~900
	전해도4	13.7	10.7	-729	8.2	1030~1060

주) : 1. 유량1.2L/분, 2. 본 기종의 경우, 전해도3 ~ 4는 pH가 너무 강해서 응용에 부적합.

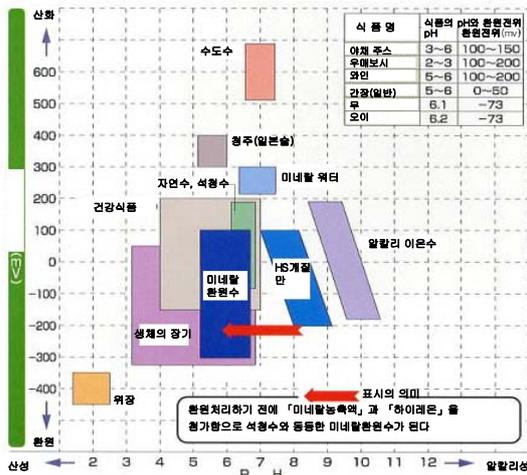
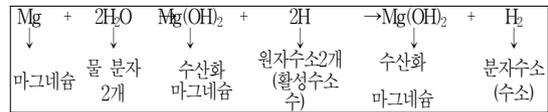


그림 3. 환원수의 특징

### 2.5. 수소풍부수의 특성과 제조

지금까지 언급한 전해알칼리 이온수와 고주파 환원수도 실은 「수소풍부수」에 포함된다고 볼 수 있다. 하야시의 저서 (林秀光著 『患者들이여, 암으로 죽지는 않는다』)<sup>(8)(9)</sup>에서 언급하고 있다. 그래서 전해 환원수 중에 함유된 분자수소는, 생성된 직후에는 확실히 다량으로 함유되고 있으나, 시간의 경과와 함께 점점 공기 중에 흐트러지므로 분자수소의 양은 감소해 버리는 결점이 있다. 따라서 필요한 시간과 장소에 바로 응할 수 없는 점이 있다. 또, 전해 환원수 생성장치나 고주파전해 장치도 가격적으로도 결코 저렴하다고는 말할 수 없다. 그래서, 보다 간편하게 휴대가 가능하며, 저렴한 방법이 “수소발생·미네랄 막대기=활성 수소 스틱”이 제품으로 개발되어 판매되고 있다(그림 4).

이 스틱이 수소를 발생하는 메커니즘을 화학식으로 기술하면 다음과 같다. 스틱의 주성분(전체의 약 1/3)은 순도 99.9%의 마그네슘이다.



마그네슘은 물과 반응하면 다음과 같은 변화를 일으킨다. 즉, 마그네슘은 물과 반응하면, 먼저 수산화마그네슘과 2개의 원자수소(활성수소)가 만들어지게 되나, 이 2개의 원자수소는 바로1개의 분자수소를 만들게 된다. 이 분자수소가 발생하면 기포가 되어 눈에 보이게 된다. 그래서 때때로, 스틱의 안전성에 대하여 의문을 제기하는 경우도 있으나, 마그네슘은 매우 안전한 미네랄이고, 그리고 현대인에게 부족한 대표적인 미네랄로서 필요한 것이다. 1개의 활성수소발생 스틱을 사용하여 일반 음용수병<사진 1>에 1일 2리터의 음용을 기준으로 할 때에 약 6개월 사용이 가능하다. 그러나

이것은, 의외로 간단하지는 않다. 반감기(半減期)는 겨우 1/3초이다. 그리고 분자수소의 반감기는 10분 정도 이므로, 2,000배 이상 물에 잘 용해된다. 그래서 활성수소(원자상의 수소)의 기대효과를 얻기 위하여, 수소발생·미네랄스틱 즉, 활성수소스틱이라 명명한 것을 발명하였다. 그것이, 바로 급세기 최대급의 발명이 라는 활성수소발생 스틱 분자상의 수소를 발생시키는 미네랄 스틱) 이라는 것이다.



<그림 4> 활성수소발생 미네랄 스틱의 사용

그러면, 활성수소(원자상의 수소)는, 활성수소스틱에 의해생성 된 분자상의 수소를 풍부하게 함유한 물을 마시므로 체내에서 자동적으로 생성되는 것이라고 한다.

활성수소(원자상의 수소)는, 분명히 활성산소를 효과적으로 환원하는 슈퍼항산화 물질이다. 그러나 그 핵심의 활성산소(원자상의 수소)는 적어도 외부로부터 섭취하는 것은 불가능 하다(활성수소=원자상의 수소를 다른 물질에 흡착시켜 안정시키는 것이 가능한 어떤 획기적인 기술이 개발되면 별개의 것이 된다). 그러나 분자수소가 많이 들어간 「수소 풍부수」를 섭취하면, 처음부터 체내에 존재하고 있는 수소분해효소의 작용에 의하여 자동적으로 활성수소(원자상의 수소)로 분해하는 것이다. 그래서 잉여의 유해활성산소를 소거(환원)시킨다고 하는 것이다.

그러한 활성 산소를, 효과적으로 환원하여 무해한 물로 만들어 버리는 활성 수소(원자상의 수소)는 어떠한 작용기서로서 활성산소를 무해한 물로 만드는가를 간단히 표시하면 다음의 공식과 같다. 활성산소(活性酸素)+활성수소(活性水素:原子狀水素) =무해한 물(H<sub>2</sub>O)이 되는 것이다.

## 2.6. 6각수의 특성과 그 생성 이론

6각수는 물 박사로 유명한 전무식교수(한국과학기술한림원장)가 주장한 것으로 그는 전 세계적으로 유명한 최고의 6각수 이론가이다. 6각수란 6각형 고리구조의 존재비율이 높은 물로 인체 세포내의 구조화된 물은 62%가 6각수이고, 24%가 5각수, 나머지 14%는 4각수로 구성되어 있다는 사실을 제시한 것이나, 구체적인 생성 장치는 없다. 6각수는 수온이 낮을수록 그 존재 비율이 큰 반면 수온이 높을수록 작아지는 특징이 있어서 물이 섭씨 10도에서는 6각형 고리구조가 3~4%에 불과하나 섭씨 0도에서는 10%, 과냉각 상태인 섭씨 영하 30~40도에서는 거의 대부분이 6각형 고리구조를 한다는 이론이다. 알칼리이온 수나 미네랄워터는 정확하게 말하면 6각 고리를 나타내는 것이 많다고 하나, 정확하게 6각수는 아니므로, 6각수의 하위 개념으로 보아야한다. 우리가 6각수 비율이 많이 포함된 물을 좀 더 많이 일상적으로 마시기 위하여 어떠한 방법이 있는지 정리해 보면, (1)될 수 있는 한 찬물이나 눈석임물 등을 마실 것, (2) 자장 등의 처리를 한 물을 마시면 좋고, 이 경우에는 강력한 자장의 자력이 필요하고 특수한 조건 하에서만 현실적인 효과를 얻을 수 있다. 그리고 (3)전해질을 풍부하게 함유한 물을 전기분해 하는 것이 현실적으로 가장 손쉬운 방법이 된다. 그러나 현재의 단계에서 일반적으로 시판되고 있는 이온수 생성기 등의 “물 전기분해기”는 6각수를 만

든다고 하는 점에서 적잖은 문제를 안고 있다고 전무식박사는 그의 저서에서 언급하고 있다.<sup>(1)(2)</sup>

### 3. 인체에서의 활성산소 생성과 소거기능

#### 3.1. 활성산소란 무엇인가?

활성산소는 1956년 미국 네브라스카대학의 다-하만교수에 의해서 발견된 후, 많은 연구가 이루어져, 세포막이나 생체막을 산화한다거나, 유전자를 손상시켜 암이나 생활습관병의 원인이 된다는 것이 밝혀져, 현재는 질병의 90%가 활성산소가 관여하고 있다고 한다.

#### 3.1.1. 발병의 90%를 점하는 활성산소

활성산소가 몸에 해를 미치는 것으로서 주목받게 된 것은 최근의 수 십 년이다. 이 중에서 특히 주목되는 것은 암, 동맥경화, 당뇨병이다. 암은 현재 한국인의 사망원인의 제1위, 동맥경화는 제2위, 제3위는 심장질환이나 뇌혈관질환에 관련되는 혈관의 노화에 있고, 당뇨병은 5위이나 현재 성인 5인에 1명이라는 국민 병으로 되어있다. 이들의 병은 대부분 활성산소에 기인하는 것이다.

활성산소는 강력한 독성으로 직접세포를 공격한다. 세포의 핵에 있는 유전자를 상해하여 돌연변이를 일으켜, 정상세포를 암세포로 변화시켜버리는 것이다. 이렇게 하여, 활성산소나 과산화지질에 의해 생체가 산화되면, 여러 가지 질병이 진행된다. 그 중에서도 특히 주목되는 병의 활성산소와의 관련을 보면 다음과 같다.

(1) **암의 발생** : 활성산소를 발견한 다-함안교수는 “푸리래디컬 이론으로서” 암과 활성산소의 관계를 다음과 같이 언급하고 있다. “호흡에 의해서 생체내에 들어온 산소는 푸리래디컬 반응을 일으켜, 세포막이나 세포내의 소기관

의 생체막을 파괴하여, DNA를 손상시킨다. 그 결과 정상세포가 돌연변이를 일으켜, 암세포로 변화하여버린다고 하고 있다.

(2) **동맥경화 발생** : 동맥경화는 혈관벽에 여러 가지 노폐물이나 산화물이 축적되어, 혈관이 딱딱하게 되어버리는 병태이다. 노폐물이 축적하면 혈관의 내강(內腔)이 좁아져, 혈류가 나빠진다고가하여 혈전이 되기 쉽게 된다. 또, 혈관이 부서지기 쉽게 되어있으므로, 파열되는 경우도 있다. 동맥경화는 고혈압, 당뇨병, 고지혈증을 진행시켜, 협심증, 심근경색, 뇌졸중 등, 생명에 관계되는 병의 기폭제가 된다. 지금까지는 LDL콜레스테롤이 동맥경화의 주된 원인이라고 말하여지고 있었다. LDL콜레스테롤은 간장(肝臟)으로부터 세포에 콜레스테롤을 보내주는 역할을 가지고 있어, 그것이 과잉으로 되면, 혈관에 침착(沈着)하여 동맥경화가 일어난다고 생각하고 있다. 반대로 남은 LDL을 회수하여 간장에 되돌리는 것이HDL콜레스테롤이다. 그 때문에 LDL은 나쁜 콜레스테롤, HDL은 좋은 콜레스테롤이라고 말하고 있다. 그러나 최근에, 단순히 LDL콜레스테롤만이 아니고 거기에 활성산소가 관여하면 동맥경화로 되는 것이 알려졌다. LDL이 혈중에 과잉으로 되면, 거기에 활성산소가 작용하여 산화 LDL로 된다. 산화 LDL은 몸에 있어서는 먼지와 같은 이물로서, 그것을 발견하면, 백혈구의 하나인 마크로파지Macrophage(대식세포)가 먹어서 처리해버린다. Macrophage는 탐식세포라고 말하여질 정도로 대식으로, 차례로 산화LDL을 처리해 간다. 그러나 그 처리능력에도 한계가 있어 과식하면 자멸해버린다. 그 잔해가 혈관 내에 축적되면 동맥경화가 진행된다. 잠시 LDL콜레스테롤이 혈중에 과잉으로 존재하더라도 활성산소에 의해 산화

되지 않으면, 동맥경화는 그렇게 진행되지 않는다고 하고 있다. 동맥경화는 혈관의 노화현상으로, 활성산소에 의해 급속히 촉진되는 것이다.

- (3) **당뇨병** : 활성산소는 당뇨의 발병으로부터 합병증까지 관여하고 있다. 인간의 몸은 식으로부터 섭취된 포도당을 세포에 취입시켜 그것을 에너지로 변화시켜 활동하고 있다. 포도당이 세포에 흡수될 때에 인슐린이라고 하는 호르몬이 필요하나 이 인슐린이 부족하여 그 작용이 불충분 하면, 포도당이 혈중에 과잉으로 되어 당뇨병이 된다. 이 결과 혈관이나 신경에 여러 가지 합병증을 일으켜, 생명의 심각한 상태로 된다. 포도당은 세포 중의 미토콘드리아에서 산소에 의해 에너지로 전환된다. 그 때에 산소의 일부가 활성산소(슈퍼옥사이드라디칼)로 변환하여 이것이 미토콘드리아를 산화한다. 그렇게 되면, 에너지가 만들어지기 어려워 포도당도 사용할 수 없게 된다. 그 결과 혈액중의 포도당(혈당)이 증가하게 된다. 그리고 한편에서는 이 포도당을 세포에 넘겨줄 때에 작용하는 인슐린은 췌장의 란겔한스 씨 섬의  $\beta$ -세포에서 만들어진다.  $\beta$ -세포는 활성산소의 공격에 약하여, 활성산소에 의해서 장해를 받으면 인슐린의 분비가 나빠게 된다. 이와 같이 혈당은 증가하고 있는데 그것을 처리하는 인슐린이 부족하므로 고혈당의 상태가 유지되어, 당뇨병이 진행되어간다. 또 과잉으로 된 혈당은 체내의 여기저기서 단백질 등과 결합한다. 그 과정에서도, 활성산소가 발생하여 조직이나 장기를 공격하므로 합병증의 발생을 진전시키는 것이다. 실제로 당뇨병환자를 조사하면, TBA(Thiobarbiturate: 치오바루비투루산)라 하는 물질이 증가하고 있는 것이 알려지고 있다. 이것은 과산화지질이 증가하

면 따라서 증가하는 물질로 체내의 산화가 진행되고 있는 결과이다.

- (4) 그 외 알레르기, 만성 관절 류머티즘, 백내장, 치매, 피부 트러블 등에 활성산소가 관여되어 있다.

### 3.2. 활성산소 소거제의 생성

몸속에서 자연적으로 상당한 양의 활성산소 소거제가 생성되어 과잉활성산소를 제거하고 있다. 우리들의 몸은 본래 과잉의 활성산소에 대처하고 있다. 결국 불필요한 활성산소를 제거하는 효소가 있다는 것이다. 그 대표적인 것이 SOD효소이다. 그것은 그 이름으로부터도 알 수 있는 것과 같이 체내에서, 산소가 소비될 때에 만들어지는 슈퍼옥사이드라디칼을 무독화하는 효소이다. 그 외에 카탈아제와 글루타치온페록시타아제라고 하는 효소가 있다. 본래는 생리적인 작용에 의해서 생기는 활성산소정도 라면, SOD효소를 중심으로 이들의 자연생성 효소만으로서, 충분히 처리가 가능하다. 그러나 과잉의 활성산소가 생성되면, 이미 체내의 효소만으로 처리될 수가 없다. 그리고 자체생성효소는 나이와 함께 그 생성량이 줄어진다. 나이가 40세정도가 되면, 감소하기 시작하여, 고령이 될수록 줄어들므로 활성산소의 침해를 받기 쉽게 된다. 그래서 고령이 될수록 활성산소를 소거하는 항산화물질을 외부로부터 보급 받아야 한다.

항산화물질의 대표적인 것은 비타민C, 비타민E, 베타카로틴(비타민A), 폴리페놀이나 플라보노이드류 등이다. 또, 미네랄은 보호소로서 작용하여, 효소나 비타민의 항산화작용을 돕는다. 효소를 포함한 이들 항산화물질은 다른 말로 Scavenger(보집제)라 부르고 있다. Scavenger란 소제(掃除)하는 집이란 뜻으로, 활성산소를 소거해주는 것으로부터 이름이 붙여졌다. 미네랄의 환원수도 같은 작용을 하는 Scavenger이다. 그러나 비타민류나 플

라보노이드보다도 더욱 강한 항산화작용을 가지며, 일부의 항산화물질과 비슷하여 과량 섭취하더라도 해로운 부작용은 없다.

#### 4. 기능수에 의한 활성산소 소거

기능수의 활성산소소거에 대한 메커니즘은 3가지 정도를 생각할 수 있다. (1) 물의 전기분해 과정에서 이온화된 구조형성성의 미네랄과 물 분자가 클러스터를 형성(6각수)하는 물 환경이 생체세포에 활성산소 소거능을 발휘하므로 항암성을 가지게 된다는 것과, (2) 물속에 있는 미네랄이 활성화 되어 금속이 함유된 단백질이나 효소가 만들어짐에 따라, 활성산소를 소거하는 SOD와 아연을 함유하는 알코올디하드로겐나아제 등의 생체에 의해 효과를 나타낸다는 것, 그리고 (3) 활성산소나 프리라디칼의 소거작용에 활성수소(원자상의 수소)가 결합하여 활성산소를 무해한 물로 중화시킨다는 것이다. 이상의 이론을 임상적 시험을 한 결과를 통하여 활성산소 소거에 의한 암 등의 억제 효과를 주장하고 있다.

필자는 현재 가장 주목을 받고 있는 전기분해를 통한 알칼리이온수와 고주파처리를 통한 중성의 환원수(낮은 ORP)의 기능성 및 마그네슘의 수소 발생 원리를 이용하여 수소풍부수를 제조함으로써 활성수소의 체내발생(장내 하이드로겐아제)을 통한 활성산소 소거작용에 의한 항암기능성을 가지는 기능수에 대하여 간략하게 그 내용을 소개하고자 한다.

##### 4.1. 환원수에 의한 활성산소 소거작용

전해 알칼리 이온수, 고주파 환원수 및 수소풍부수는 모두 미네랄의 이온화와 활성수소(원자상의 수소)의 기능에 의해 활성산소 소거 기능이 발휘된다는 이론적 배경에 따라 임상적인 시험을 통하여 그 기능을 증명하고 있다.

#### 용존 미네랄의 증가와 활성수소 발생

- 미네랄 증가 방법 : 물이 환원력을 가지기 위하여서는 활성수소의 발생과 그것을 흡장(吸藏)하는 미네랄의 존재가 불가결하다. 그러나 미네랄은 일반수도 수에는 그렇게 많지 않다. 그래서 환원성을 높이기 위하여 우리들은 인위적으로 많은 양이온성 미네랄의 용존 양을 높여 이온화 시켜야 한다. 현재사용하고 있는 것은 의왕석이나 맥반석 및 심해수를 용해 농축하여 미네랄수액으로 사용하고 있다. 이 중에는 72종의 미네랄이 함유되어있고, 몸에 필수적인 16개원소의 함유량은 수도수에 비하여 매우 높다. 또 한편으로는 심층해수를 농축하여 과잉인 염분을 제거하고 환원처리 한 것을 사용하기도 한다. 이는 의왕석과 같이 필수 미네랄이 풍부하고 균형이 맞는 것이다.
- 수소발생 : 인공적으로 순 마그네슘과 순 아연의 합금을 전극에 붙여, 이것으로부터 마그네슘이나 아연을 용출시켜 미네랄을 증가시키고 동시에, 특히 마그네슘은 물과 반응시켜 수소 발생을 증가시켜 물의 환원력을 더욱 효과적으로 높이는 방법이다.
- 활성수소생성을 위한 미네랄의 필요성 : 전해처리 과정에서 순간적으로 발생하는 활성수소를 미네랄에 흡장시키기 위해서이다. 미네랄은 환원전위가 낮을수록 물에 잘 용해된다. 그래서 이온화되어 몸에 흡수가 매우 잘 된다. 또 물중에 활성수소가 대량으로 있을 때에 미네랄이 존재하면 활성수소는 미네랄 중에 들어간다. 결국 흡장되어 활성수소 에너지가 잘 보존되는 것으로 이야기 되고 있다. 활성수소가 흡장되지 않으면, 활성수소는 체내에까지 운반되기 어렵다는 것이다. 미네랄은 몸에 불가결한 영양소이다. 환원수 중에 용해되어 있는 미네랄은 그 본래의 영양소로서의 작용과 함께 활

성수소를 세포에 공급한다고 하는 큰 역할을 하는 것이다. 물론, 이 미네랄의 양이 현재의 수도법의 기준 내에 있을 것은 더 언급할 필요도 없다.

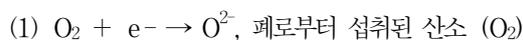
#### 4.2. 활성수소의 활성산소 소거 기능

활성수소는 이 세상에서 제일 작고 제일 가벼운 원소이다. 지상에서의 반감기는 거의 1/3초라고 하며, 기체로서 그 생명이 대단히 짧은 것으로 알려지고 있다. 따라서, 체외로부터 취입하는 것은 거의 불가능하다고 생각되고 있다<sup>(15)</sup>. 분자상의 수소가 풍부하게 들어있는 물(수소 풍부수)을 마시는 것으로서, 인체에 원래부터 준비되고 있는 수소분해효소의 작용에 의해 활성수소(원자상의 수소)는 체내에서 생성하는 것이 가능하게 된다고 한다.

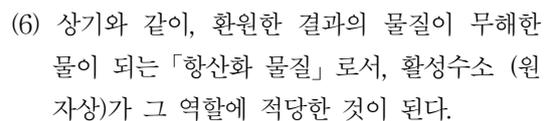
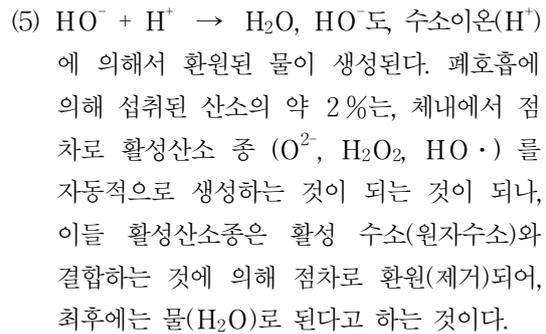
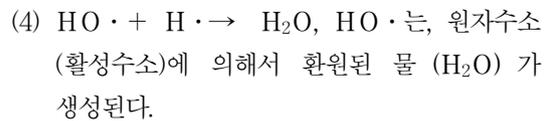
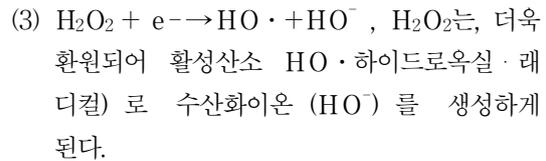
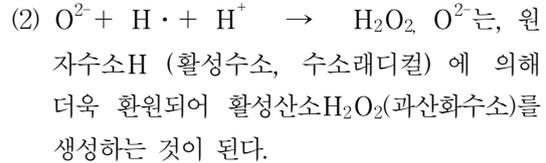
우리들이 보통 「수소」라고 할 때에, 그것은 분자수소를 의미한다. 이 분자상의 수소는, 2개의 원자수소 「H」로부터 된 것이다. 그래서 활성수소라고 하면 실은 원자수소 「H」이다. 「활성수소가 활성산소를 제거 한다」고 하는 의미는, 「원자수소(활성수소)가 활성산소와 결합하는 것에 의하여 활성산소를 소거시켜 버린다(중화). 그 결과로서, 물(H<sub>2</sub>O)이 생성된다」는 것이다 하야시(林秀光 「水制御學說」)저서 인용<sup>(8)(9)</sup>.

미용과 건강의 적으로 불리어지고 있는 활성산소를 효과적으로 환원하여 무해한 물로 만들어 버리는 활성 수소(원자상의 수소)가 담당하여, 이 활성수소가 어떠한 작용기로서 활성산소를 무해한 물로 만드는가 하는 것이다.

간단히 설명하면 다음의 공식과 같다. 활성산소(活性酸素)+활성수소(活性水素:原子狀水素) = 무해한 물(H<sub>2</sub>O), 이것을 더 상세하게 정확히 순서를 따라 설명하면 다음과 같다.



가 경구섭취 된 음식을 산화할 때에, 자신은 식품에 의해서 환원되어 활성산소O<sub>2</sub><sup>-</sup>(super-oxide anion(음이온)·라디칼)을 생성한다.



## 6. 기능수의 활성산소 소거기능의 확인

### 6.1. 활성산소 소거작용의 활성 수소셀

○ 전해 환원수의 활성산소 소거 기능의 확인

- 사용된 환원수는 초 순수에 0.01%의 NaCl 함유한 순수를 사용하여 전기분해를 하여 전해환원수(pH10, ORP -650mV)를 얻었다 (일본 트리움사 전기분해장치TI-7000S).

- 확인방법 : 이 시험에서 활성산소소거작용은 Hypoxanthine-xanthineoxidase system(HX-XOD system)을 사용하여 조사하였다. xanthineoxidase는 Hypoxanthine(히포기산틴)을 xanthine으로 변환하는 과정에서 산소에 전자를 한 개 주어서 활성산소( $O_2^{\cdot-}$ )을 발생시킨다.  $O_2^{\cdot-}$ 가 발광물질인 Vargula luciferin유도체와 반응하여 발광하는 것을 표지로 하여 활성산소라디칼의 발생량을 확인하는 방법이다. 이 HX-XOD시스템에 강 전해환원수를 넣으면 발광이 전혀 생기지 않는 것을 그림 5A에서 확인 할 수 있었고, 전해수를 초순수로서 희석하면 희석의 정도에 따라 효과가 약하게 된다는 것을 그림 5B에서 확인 할 수 있다. 이 결과로부터 전해환원수의 활성산소( $O_2^{\cdot-}$ ) 소거능력을 확인할 수 있었다. 그리고 전해환원수 중에 어떤 물질이 활성산소를 소거하는가를 확인하기 위하여 규슈대학의 시라하다(白畑實隆)교수 등은 먼저 대조구로 초 순수에 수소가스(분자상의 수소)를 취입한 물, 질소가스를 취입한 물, SOD (0.13U/ml, 66.7U/ml)첨가 물과 전해환원수에 대하여 앞의 처리방법과 같은 방식으로 발광량(CL intensity)을 기준으로 대비 조사하였던바 그림 5C에 나타난 것과 같이 수소(분자상)가스를 침투시킨 물에는 활성산소 소거기능이 나타나지 않고, 환원수와 SOD첨가수에 만 소거기능이 나타나는 것을 확인 할 수 있었다. 그러나 수소가스를 첨가한 물은 마이너스의 환원전위와 낮은 용존산소농도, 높은 용존 수소농도를 나타내고 있으므로, 전해환원수의 마이너스 ORP(산화환원전위)는 용존 수소에 기인하는 것으로 추정되었으나, 전해환원수의 활성산소소거작용은 수소분자에 의한 것은

아니라는 것을 추정할 수 있다.

수소분자는 매우 안정하기 때문에 실온에서는 화학적으로 불활성이므로, 활성산소의 소거작용 즉, 환원성은 원자상의 수소(활성수소)에 의한 것으로 추정되었다.

이상의 추정사실을 확인하기 위하여 “활성수소의 성상에 대해서는 물리 및 물리화학 영역에서 상세히 알려져 있는 사실 즉, 미량의 활성수소(원자상)는 3산화 텅스텐이 특이적으로 흡착하여 변색함으로써 이를 지표로 하여 검출확인이 가능하다”는 사실과 3산화 텅스텐은 분자상의 수소는 흡착하지 않는다는 이론을 근거로 하여 확인 시험을 하였다. 그래서 3산화 텅스텐을 전해환원수에 첨가하여 오토클레이브 한 바, 활성산소 소거기능이 <그림 5D>에 나타난 것과 같이 약화하였다.

그림 6에 나타난 것과 같이 전해환원수를 4°C에서 2일간 3산화 텅스텐과 반응 시킨 바, 활성산소 소거 능은 완전히 없어졌으나, 다른 산화금속에서의 활성은 상실되지 않았다. 강 전해 환원수에서는 양극 측에서 발생하는 차아염소산(HOCl)이 혼입되는 것이 있다. HOCl는 활성산소의 일종이나 산화제로도, 환원제로도 되는 성질이 있다. 실제, HOCl도 활성산소( $O_2^{\cdot-}$ )을 소거하는 성질을 나타내나, 산화금속과의 반응은 전해환원수의 그것과는 분명히 달랐다.

그림 6의 결과로부터 수중에 미량으로나 안정하게 존재하는 활성수소이라고 추정할 수 있다. 수소원자의 기체 상태에서 반감기는 1/3초 정도로 생각하고 있다. 이것은 1초간에  $10^{12}$ 회 정도의 충돌이 생기는 것을 고려하면 수소원자는 매우 안정한 라디칼이라고 추정된다. 이것은 2개의 수소원자가 가지는 에너지는 수소분자의 어떠한 상태

의 에너지보다도 높으므로 수소원자가 충돌하여도 그 순간에 제3물질이 부딪혀서 여분의 에너지를 박탈할 필요가 있기 때문이라고 이해되고 있다.

수소원자를 발생시킬 때에 수분을 함유한 수소가스를 사용하면, 수소원자가 수소분자로 변화하는 반응이 저해되어 거의 순수한 수소원자상태를 유지할 수 있는 것이 알려지고 있다. 활성수소는 물의 전기분해외에 수소가스의 전기방전, 물의 광·방사선에 의해 분해하거나, 수소분자를 활성수소로 변환시키는 효소 hydrogenase에 의해서도 만들어질 수 있다. 수소원자가 물속에서의 안정성에 대하여는 지금까지 충분히 연구되지 않았으나, 일부 연구자들은 전해환원수 중에서는 물 분자와의 특수한 상호작용 등에 의해 미량의 수소원자가 안정하게 존재하고 있다는 활성수소수설을 제창하고 있다. 현재 전해환원수 중에 존재하는 미량의 활성수소를 고감도로 검출·정량하는 방법을 개발하고 있다.

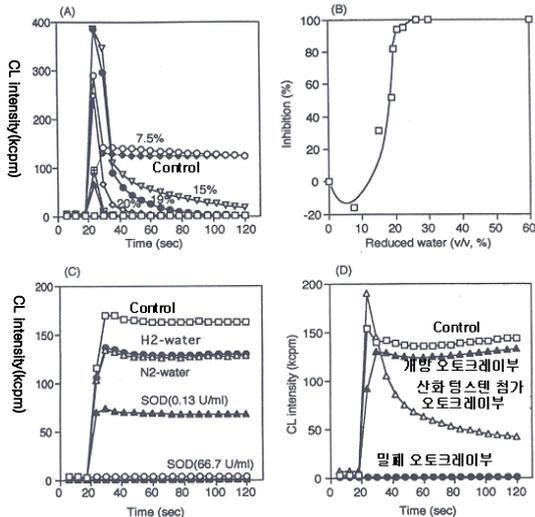


그림 5. 전해환원수의 슈퍼옥사이드 래디컬 소거 활성<sup>(4)</sup>

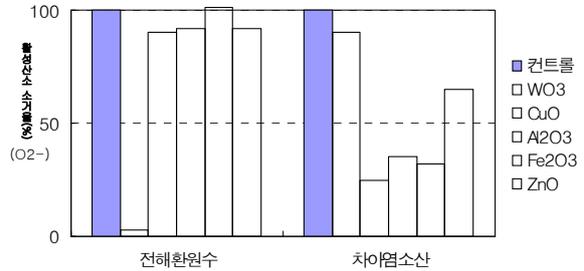


그림 6. 전해환원수 및 차이염소산의 슈퍼옥사이드 래디컬 소거활성에 미치는 산화금속의 영향<sup>(4)</sup>

### 6.2. 전해환원수에 의한 인체 암세포의 증식억제

하야시(林秀光)는 전해환원수의 음용에 의해 말기 암 환자가 치유된 임상 예를 보고하고 있다. 전해환원수를 폐암 세포주A549 및 자궁암 세포 HeLa에 작용시키면, 암세포의 증식이 현저하게 억제되는 것과 다른 한편으로, 정상섬유아세포 주 TIG-1도 증식이 억제되어 낮은 세포밀도로서 콘플루엔트(confluent)에 도달하였다는 것을 것이다. 증식을 억제시킨 암세포의 세포내 시그널 경로를 검토한 결과 MAP kinase의 활성화가 환원수에 의해 억제되는 것이 판명되었다. HeLa세포나 BHK-21 세포의 증식은 SOD나 카타라아제 처리에 의해 억제되는 것이므로, 세포내에서 발생하는 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>나 O<sub>2</sub><sup>-</sup> 등의 활성산소에 의한 증식이 억제되고 있는 것이 추정되고 있다. 전해환원수 처리에 의한 HeLa 세포나 A549세포내의 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>가 소거되는 것으로부터, 일반적으로 높은 산화스트레스 상태인 암세포가 보다 환원상태로 되므로 증식이 억제되는 것으로 추정되었다. 동물실험에 있어서도 환원수의 음용에 의해 이식(移植)암의 증식이 억제되는 경향이 인정되고 있으나 보다 확실한 검정이 필요하다. *In vivo*에서 암의 배제에는 면역계의 활성화와

암의 형질변화, 특히 암 면역계에서 인식되는 일종의 정상화방향으로 변화하고 있는 것이 추정된다. 암환자에서는 암을 배제하는 세포성의 면역보다도 액성(液性)면역에 기울고 있는 것이 암을 배제할 수 없는 주된 이유로 고려되고 있으나, 최근 그 원인이 매크로파지(macrophage : 대식세포)가 산화형으로 되고 있기 때문인 것이 판명되었다. 앞으로, 환원수의 음용에 의해 macrophage를 환원형으로 변화시키는 것이 가능한가를 검증할 필요가 있을 것 같다.

(1) 물 분자형성에서 구조형성성 미네랄이온의 함양 기능<sup>(1)(2)(4)</sup>

암과 당뇨병은 현대사회가 낳은 전형적인 만성 질환이라고 할 수 있다. 이와 같은 질병이 발생하는 배경에는 여러 가지 원인이 복합적으로 관여하기 때문에 그 발병원인을 규명하는 것은 어렵다.

그러나 복잡하게 보이는 질병일지라도 세포 차원에서 물 환경이라는 입장에서 정리해보면, 그 해결의 실마리를 의외로 쉽게 잡을 수 있다. 그 이유는 몇 가지가 있다. 가장 큰 이유는 다음과 같은 것이다. NMR(핵자기공명장치)를 이용하여

세포레벨의 물 환경을 스핀-격자완화시간에 의해서 측정한 결과로, 암세포나 당뇨병환자의 세포에 포함된 물은 정상세포의 물에 비하여 구조화의 정도가 낮고, 좀 더 활동하기 쉬운 물(난삽한 상태)임을 확인 할 수 있다. 이 논리적 사실로 미루어 생각한다면, 다음과 같은 가정이 자연스럽게 나올 수 있다. 세포내의 구조화한 물은 세포의 생리활동을 정상적으로 유지하는 방향으로 작용하고, 구조화의 정도가 낮은 물은 세포의 생리활성을 혼란시키는 방향으로 작용한다는 것이다. 따라서 암이나 당뇨병 등은 어떤 원인에 의해서 세포내 물의 구조가 파괴되었다고 하는 공통원인에 의해서 일어난다는 것이다. 이 가정은 암이나 당뇨병만이 아니라, 대부분의 질병의 이면에는 “세포레벨에서의 물 환경”이라는 공통적 인자가 존재한다고 생각하는 것은 지극히 자연스러운 논리적 귀결이 된다. 즉, 세포레벨에서의 물 환경은 생활에서의 물 환경에 직접적인 영향을 받고 있다는 것이다. 이와 같은 이론은 구조화한물 즉 6각수, 환원형 미네랄수의 이론의 골격이다. 이 구조형성성의 물질들(표 8)에 대한 이론은 물 전문가과학자들의 공동적인 이해를 얻고 있는 것이다.

표 8. 구조형성 이온과 파괴 이온의 대표 예<sup>(1)(2)(4)</sup>

구조형성성의 이온			구조파괴성의 이온		
명칭	이온	$\Delta E_{ww}$	명칭	이온	$\Delta E_{ww}$
칼슘	$Ca^{2+}$	32.2	마그네슘	$Mg^{2+}$	-8.8
리튬	$Li^{+}$	27.2	칼륨	$K^{+}$	-3.8
나트륨	$Na^{+}$	3.3	루비듐	$Rb^{+}$	-6.3
아연	$Zn^{2+}$	50.6	알루미늄	$Al^{3+}$	-313.4
철	$Fe^{3+}$	51.9	염화물	$Cl^{-}$	-7.5
구리	$Cu^{2+}$	49.8	브롬소	$Br^{-}$	-7.5
물 분자의 자유도가 감소하여, 움직이는 것이 어렵게 된다.(6각수가 증가 한다)			물 분자의 자유도가 증가하여, 움직이는 것이 쉽게 된다.(5각수가 증가 한다)		

이러한 기능수의 공급은 세포 내외를 비롯해서 세포조직전체의 물 환경의 변화를 일으킨다. 이것은 암세포의 예방과 치료를 생각할 때에 지극히 중요한 의미를 가지는 것이다.

#### (2) 환원수에 의한 암세포의 유한(有限)수명(壽命)화의 가능성

최근 활성산소가 암세포의 발생, 전이, 침윤, 약제내성, 악성화 등 형질에 깊이 관계되고 있는 것이 알려졌다. 세포의 유한수명성은 세포분열시의 염색체 말단의 telomere (직쇄상 염색체의 말단부분에서 말단소립이라고도 한다)의 단축에 의해 억제되고 있는 것이 최근 밝혀지고 있다. 암세포는 telomere를 신장시키는 효소(telomerase)를 발현하고 있기 때문에 세포가 분열하여도 telomere가 단축하지 않아, 그 때문에 불사(不死)성을 획득하고 있다고, 생각하고 있다.

암세포의 telomere를 인위적으로 단축시키는 것이 가능하면, 암세포에 유한수명을 부여할 수 있게 되어, 새로운 암치료법에 활용될 가능성이 있다. 필자들은 A549세포를 인터페론 $\gamma$  로서 처리하는 것에 의해, 암세포의 형질을 체감(遞減)하여, 연(軟)한천배지 중에서의 증식능의 상실, nude mouse에서의 조종양(造腫瘍)성의 상실, 접촉저지능의 회복 등의 형질을 나타내는 세포주를 얻었다. 이 세포주는 혈청의 농도에 의존하여 telomerase 유전자의 스위치를 ON, OFF하는 것이 가능하였다. 한편, 환원수를 사용한 배지 중에서 장기 계대 배양 한 A549 및 HeLa세포는 형태가 현저히 변화하여, 사이즈가 크게 되는 것과 동시에 방추(紡錘)형상으로 늘어진 형을 보이고, 암세포가 환원수 중에서 정상세포 또는 노화세포모양으로의 변화가 능성이 시사되었다. 그러나 사람의 정상세포TIG-1에서는 형태변화는 인정되지 않았다. 전해환원수 중에서 장기계대 배양한 A549세포에서는 telomerase

활성은 변화하지 않았으나, telomere길이 가역적으로 단축되는 현상이 인정되었다. 이들의 결과로부터 telomerase의 telomere영역에서의 결합이 환원수에 의해 저해될 가능성이 고려되기 때문에, telomere결합 단백질의 telomere결합 활성이 가역적으로 저하하는 것이 밝혀지게 되어 telomere 제어 기구에 redox(산화환원)제어가 관여하고 있을 가능성이 시사되었다. 전해환원수에 의한 암세포의 증식억제 등의 여러 가지 변화가 관찰되고 있다. 앞으로, 여러 가지 암세포에 대하여 환원수가 어떤 효과를 가지는가에 대하여 상세하게 검토할 필요가 있다.

#### (3) 전해환원수의 인슐린 유사활성

당뇨병은 인슐린분비세포가 자기면역증에 의하여 공격을 받아 발증하는 1형 당뇨병과 인슐린 수용체의 기능장애에 의해 혈당의 처리가 저해된 2형 당뇨병이 있다. 당뇨병의 90%가 2형이다. 전해환원수의 음용에 의해 당뇨병이 개선된다고 하는 임상시험으로, 연구자들은 2형 당뇨병 모델마우스를 사용하여 환원수의 음용에 의한 당뇨병의 증상 경감 또는, 환원수가 인슐린유사 기능을 하므로 근육세포나 지방세포에의 포도당처리를 촉진하는 것을 발견하게 되었다. 당뇨병의 발증 원인과 발증 기구에 대하여서는 불분명한 점이 많으나 앞으로 유전적배경과의 관계를 포함하여 전해환원수의 당뇨병에 미치는 효과에 대하여 상세한 해석이 필요하게 되었다.

#### (4) 당뇨병과 구조 형성성 물의 역할

인슐린이란 21개의 아미노산에 의해서 구성되는 펩티드사슬과, 30개의 아미노산에 의해서 구성되는 펩티드 사슬이 두곳의 "S-S"결합에 의해서 쌍으로 된 물질인데, 이는 구조형성성의 친수기(親水基)로도 알려져 있다. 당뇨병성  $\beta$ 세포 및 인슐린 수용체에 있는 물 구조가 정상세포에 있는 물 구

조에 비하여 흐트러져있는 이유는 인슐린의 구조형성성이 손상된 결과 때문이라고 생각하고 있다. 여기서는 암 및 당뇨병에서는 세포레벨의 물 구조가 변화하고 있고, 이러한 질병들의 발생에도 물 구조의 변화가 중요한 기능을 하고 있다는 것을 이해할 필요가 있다. 따라서 암이나 당뇨병환자의 그 예방이나 치유의 효과를 높이기 위하여서는 물 분자들의 결합상태가 흐트러진(파괴) 상태에서, 질서가 잡힌 구조형성이 된 상태로 되어야 함으로, 이를 위하여 미네랄 중의 구조형성성의 이온화된 물질과 결합된 물을 마셔야 한다는 것이 기초적인 이론이다.

### 6.3. 물에 의한 암과 당뇨치료의 가능성<sup>(1)(2)(4)</sup>

세포와 물의 분자레벨에서의 관계를 관찰할 때에, NMR이 매우 유용한 장치의 하나로 사용되고 있다. NMR을 이용하여 인체 각 조직에 있는 정상세포의 주위와 종양세포의 주위에 있는 물 분자의 T<sub>1</sub>, 즉 “프로톤·스핀-격자완화시간”을 측정 한 결과 명백해진 것은 종양세포에 있는 T<sub>1</sub>은 정상세포에 있는 T<sub>1</sub>에 비하여 길다는 것이다. 표 9는 그 측정결과이다. 이것들을 종합하면 다음과 같은 사실을 분명히 알 수 있다.

표 9. 사람의 각종조직의 T<sub>1</sub> 완화시간(100MHz NMR)<sup>(1)(2)</sup>

조직명	종양세포T <sub>1</sub> 완화시간	정상세포T <sub>1</sub> 완화시간
흉부	1.080± 0.08	0.367± 0.079
피부	1.047± 1.108	0.616± 0.019
근육 악성	1.413± 0.082	1.023± 0.029
근육 양성	1.307± 0.1535	
식도	1.04	0.804± 0.108
위	1.238± 0.109	0.765± 0.075
간장	0.832± 0.012	0.570± 0.029

종양세포 주위에 있는 물 분자는 정상세포주위에 있는 물 분자에 비해서 난삽(흐트러진 상태)해

서 활동하기가 쉽다는 것이 된다. 이것도 역시 세포활동 상태에 물 구조가 중요한 구실을 하고 있다는 강력한 증거임에 틀림이 없다. 이 사실은 당연히 중요한 다음이론을 잘 설명해 주는 것이 된다. 「세포내외에 있는 구조화한 물은 세포의 생리활성을 정상적으로 유지시켜준다」는 것이다. 암이나 당뇨병은 어떤 원인에 의해, 세포내외의 물 구조가 파괴되어 있는 공통적인 현상이므로, 이를 개선하는 방법으로는 다음과 같이 이야기를 할 수 있다. 물에 외부로부터 칼슘이나 아연 등의 구조형성성의 이온을 첨가한다든지, 특수한 조건에서 전장처리나 자장처리를 하거나, 온도를 낮춤으로써 생체에 바람직하게 구조화한 물을 세포조직에 공급하면, 이상상태의 세포도 정상화시킬 수 있을 가능성이 있다는 것이다. 생체기능의 특색은 그 항상성(恒常性), 즉 외부로부터의 온도변화 등의 자극이 있더라도 일정한 조건의 범위에서 생체전체의 기능을 보호하는데 있다. 이 기능, 요컨대 호메오스타시스(homeostasis: 생체항상성)를 유지할 때에 세포내외의 물은 어느 일정한 규칙이 있는 구조를 취함으로써 생체세포를 여러 가지의 자극, 교란으로부터 보호하는 구실을 하고 있다. 즉 6각수, 전해환원수, 수소풍부수는 자유 활동이 어려운 물인 것, 각종 파위가 큰 물인 것, 에너지 용량이 큰 것임을 상기할 필요가 있다. 다시 말하면 세포내외의 물이 구조형성성의 환원수인 경우 그 만큼 호메오스타시스 기능이 높아진다. 반대로 세포내외의 물 구조가 어떤 이유로든 교란 당하면 세포는 외부로부터의 자극에 의해 과잉반응을 나타내어 마침내 세포 그 자체의 기능에도 이상한 결과가 나타난다는 것이다. 비유적으로 표현하여, 종양세포 등의 이상세포는 그가 살아가고 있는 물 환경의 악화에 견딜 수 없게 되어 생체기능의 컨트롤에서 벗어나버린 폭주(暴走)세포이라고 보아야 한다.

이상의 사실을 확인하고자 한 실험결과가 있다. 그 실험이란 종양성세포를 MEM배지를 이용한 인공 환경에서 배양하는 실험이다. 배지는 아무것도 처리하지 않은 물질을 사용한 대조시험구와 칼슘

이온을 첨가한 물을 사용한 시험구 및 칼슘이온을 첨가한 다음 전장처리를 한 물을 사용한 시험구의 셋으로 나누어, 차이를 검토하였다. 그림 7은 그 결과를 나타낸 것이다. 즉 대조구에서는 12만개였던 종양세포가 4일 후에는 320만개까지 증식했음에 반하여, 전장처리를 한 물을 사용한 시험구에서는 2만 개로까지 감소하였다. 그래서 적절한 방법으로 활성화 처리된 물의 경우에는 암세포의 증식을 강력히 억제할 수 있을 가능성이 크다는 것을 이 실험에 의해서 분명히 짐작할 수 있다.

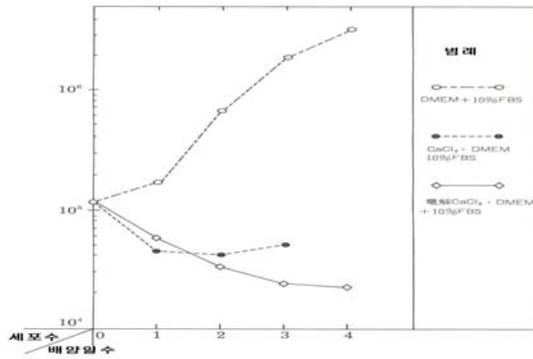


그림 7. 전해칼슘수의 종양세포에 미치는 영향<sup>(1)(2)</sup>

## 7. 참고문헌

1. 전무식, 6각수의 수수께끼. 김영사, 1995,
2. 全武植, 不老長壽の水を科學する, メタモル出版, 1998.
3. <http://www.navi21.jp/dron/water/coment/ionsui.html>  
[http://www.water-air.com/text/water/WaterJudgmentCriteria.htm#5.%20산화환원전위\(ORP,%20Oxidation-Reduction%20Potent](http://www.water-air.com/text/water/WaterJudgmentCriteria.htm#5.%20산화환원전위(ORP,%20Oxidation-Reduction%20Potent)
4. ウォーターサイエンス研究會, 機能水の科學と利用技術, 2003.
5. [http://www.jpo.go.jp/shiryous/s\\_sonota/map/sennzyo/1/1-6.htm](http://www.jpo.go.jp/shiryous/s_sonota/map/sennzyo/1/1-6.htm)
6. <http://www.eaction.co.jp/kangen01.html>
7. <http://www.eaction.co.jp/kangen01.html>
8. 林秀光, 水で病氣が治る理由, kkロンダセラス, 平成10年.
9. <http://www.kyas.com/haohao/suiso1.html>