

<染色加工技術>

원적외선 가공

이영희 · 김문식
 부산대학교 섬유공학과

1. 서 론

최근 원적외선에 대한 붐이 일고 있다. 그 원인은 다양하게 생각할 수 있지만 주요한 원인은 무엇보다도 불황을 타개하려는 기업의 신규사업이다. 특히 섬유 업계에 있어서는 종래의 제품만으로는 발전이 없고, 그 존속마저도 위태로운 상황이다.

이와 같은 배경 아래 섬유 관련 업계에서는 새로운 기능을 부여한 상품의 개발에 여념이 없다. 이들 기능성 섬유의 하나가 원적외선 섬유이다.

원적외선은 1800년 독일 과학자 하셀이 태양광을 스펙트럼으로 나누는 연구 중 눈에 보이는 파장 중 적색의 외측에서도 한온계에 감지되는 열선이 있는 것을 발견했다. 그 열선은 눈에 보이지 않지만 적색광보다는 한온계의 온도 상승이 큰 것을 알았다. 적색광 외측에 있는 열선으로 다른 사람들은 이것을 적외선이라 불렀지만 맥스웰에 의해서 적색광도 적외선과 같은 전자파로서 이론 체계를 붙이게 되었다.

적외선은 라디오파, TV의 전파, 전자렌지에 이용되는 마이크로파, 또는 자외선, X선 등과 같은 자외선의 일종으로 파장이 0.76~1000 μ 에 이르는 넓은 범위를 가지고, 가시광선과 마이크로파의 중간에 위치한다.

적외선을 파장으로 구분하면 근적외선, 중간 적외선, 원적외선으로 분류된다. 즉, 파장 0.76~1.5 μ 까지는 근적외선, 1.5~5.6 μ 까지를 중간 적외선, 5.6~1000 μ 까지를 원적외선이라 한다(그림 1).

인체에 함유된 유기물은 원적외선 파장 영역에서는 좋은 흡수체이다. 즉, 특정의 파장에 대한 열흡수 특성을 가진다. 근적외선 영역에서는 열

흡수 특성이 나쁘고, 에너지는 반사 또는 투과한다.

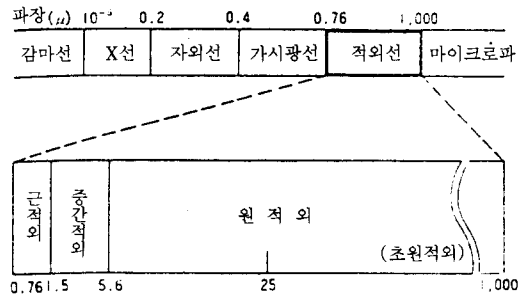


그림 1. 스펙트럼 중 적외선의 위치.

현재 원적외선 방사 섬유 제품이 일본 등지에서는 시장에 많이 출하되고 있으며, 우리 나라에서도 일부 개발되고 있다. 원적외선 섬유 제품은 원적외선 방사와 인체의 흡수 특성에 목적을 두고, 그 보존 효과를 기능화 시킨 것이다.

2. 원적외선의 효과

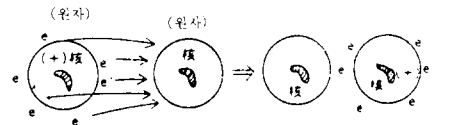
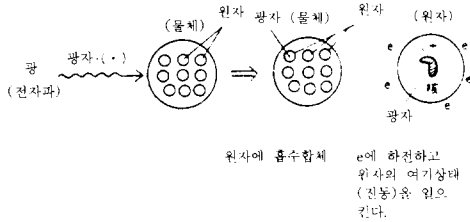
원적외선은 태양광선 중 특히 4~14 μ m의 중간 적외선을 말하는 것으로 생물의 체내에서 물질에 결합적·합성적으로 작용하기 때문에 육성광선이라 일컬어지고, 생물에 흡수되기 쉽고, 인체에 대하여 생리활성작용 및 성장 촉진 작용이 있다.

4~14 μ m의 파장의 전자파는 물체와 동식물의 세포에 좋은 영향을 주는 미약한 에너지를 가지고 있고, 물체나 인체에 도달하면 물체의 체소구성단위인 원자와 분자에 광의 물질화 현상인 광전효과를 일으킨다. 즉, 빛에 포함된 전자파·광입자는 (-) 이온의 전자를 가지고 있고, 물체에 방사시키면,

물체를 구성하고 있는 원자·분자 중에 들어갈 때, 그림2에 나타난 것 같이 점차 충돌현상을 일으키고, 물체는 여기·진동하고 있다.

광의 물질화 현상=광전효과를 양자론적에 의해 생각해 보면

광 [과동성
입자성...“광자”(광입자)...energy를 가진



본래의 안정한 상태 새로운 여기원자 원래의 안정한 원 새로운 여기진동으로 되돌아 가서. 자로 되돌아 감 이 일어남
e⁻와 합체한 광자를 방출하고 다음의 원자로

→ 점차 단계간에 이와같은 충돌 현상을 일으키는 물체(원자)는 진동 여기 되어간다. 6~12μm의 전자파가 가장 강력하게 물체(원자)를 여기시킨다.

그림 2. 전자파(광)에 의한 광전효과.

여기 진동되어서 전위를 얻은 물체-천연광석, 토루말린, 프라티나폴로이드 등-는 다시 흡수한 에너지를 4~14μm의 전자파·원적외선으로 재방사한다. 이와같은 전자파·원적외선 물질을 물의 정화장치와 다양한섬유제품 또는 건강의료용구, 기기 등에 이용되고 있다.

왜 4~14μm의 전자파·원적외선이 건강에 좋은 것인가. 지구상의 물체와 물질은 인간, 동식물도 포함하여, 태양광선이 조사·흡수되면 원적외선의 방사가 가능하다. 그래서 그 방사된 광(전자파)의 파장은 물체의 온도에 의해서 그래서 그림 3과 같은 계산식에 의하여 결정된다.

$$\frac{2987}{273 + \text{온도}} = \text{흡수파장}(\mu\text{m})$$

2987은 지구상 물질의 분자량의 평균치 자기의 체온, 또는 물체의 온도에 의하여 흡수되는 태양 에너지의 파장이 결정된다.

<예>

$$\text{인체} \frac{2987}{273 + 36 \sim 37} = 9.63 \sim 9.66(\mu\text{m})$$

끓는 물(99°C)···8.02°Cμm

해수 (19°C)···10.22μm

-50°C 빙수···13.39μm

화산 진화가 가능한 화강암(200~250°C)···4~8μm

태고시대의 우란(30,000°C)···0.1μm

이 중, 4~14μm의 파장은 육성광선이라 부르고, 인체·동물에 생리활성을 부여한다.

흡수한 파장은 흡수물체에 의하여 재방사된다.

그림 3. 사람, 물체가 흡수하는 태양의 전자파의 파장.

예를들면, 인간의 체온은 대체로 36~37°C이기 때문에, 이 식에 의하여 9.63~9.66μm의 파장의 전파를 흡수해서 또 방사한다. 이 흡수에 의해서 인체에 지닌 에너지는 0.0028W이고, 이 에너지로 인간의 세포의 원자·분자는 고유의 분자진동을 하고 있다.

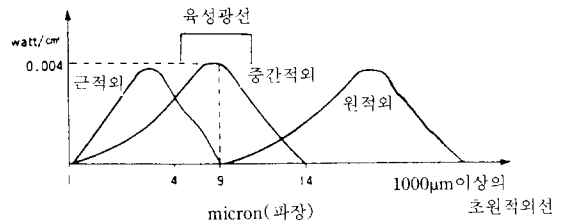


그림 4. 원적외선의 에너지.

한편, 천연광석이 가진 에너지는 0.004W이고(그림 4), 파장도 인간이 가지고 있는 것과 유사하기 때문에 공명에 의해서 인체에 흡수되고, 0.001W의 차이에 의해서 인간의 원자·분자·세포를 진동

시켜 여기상태로 만든다.

인체의 경우에는 인체가 흡수할 수 있는 9~10 μ m 길이의 파장으로 그래도 인체가 가지고 있는 미약한 에너지에 의하여 약간 높은 에너지로 인체의 원자·분자·세포를 자극하고 여기상태로 만들어서 세포를 활성화 시키는 것이 인체에 대하여 부작용이 없고, 자연적인 자극으로 되어서 영구적으로 사용 가능하고, 인간을 건강하게 하는 것이다.

3. 섬유에의 응용

섬유 제품에 대해서도 건강, 쾌적 상품에 관심을 끌게 되었고, 원적외선 효과를 응용한 상품도 출시되고 있다.

원적외선은 섬유 제품만이 아니라 의료, 식품, 화장품, 전력, 자동차 등 다양한 분야에 응용된다. 이중 건강에 대한 관심이 커지면서, 섬유에 대해서 착용해서 심신이 편해진다는지, 스트레스가 해소된다는지, 자연치유력이 회복되고, 활력이 생기고, 건강이 증진되는 기능성 상품이 기대된다.

최근에 일본 등지에서 신문, 잡지 등에서 발표된 천연 광석 기능제에 의한 원적외선 섬유(의 상품)와 그 특징을 표 1에 나타내었다.

원적외선 방사체로서는 엄선된 천연 광석 또는 세라믹과 같은 회도류 금속 산화물과의 배합물을 섬유에 도입한 것이 발표되고 있다. 이전의 원적외선 효과는 냉증, 요통 등에서의 효과 외에 (-)이온 효과에 의한 생리활성화와 항균, 소취, 난연 효과 등을 들 수 있다.

또 천연 다시마를 탄화시킨 해조탄을 폴리에스테르에 봉입한 섬유도 새롭게 발표되고 있다. 해조탄은 다시마를 특수하게 연소시킬 때 발생하는 재료로 만들어진다. 이것은 체온 부근인 35 $^{\circ}$ C에서 인체에 유효한 8~12 μ m 파장의 원적외선을 방출하고(그림 5, 6) 천연의 미네랄이 균형을 유지하고 금속이온을 다량 함유하고 있다. 이들의 상승 효과에 의하여 혈관을 흐르는 물분자가 클러스터화 되고, 여기에 의하여 운동이 활발해지고, 세포가 생기 있는 상태를 유지한다. 따라서 혈행의 촉진에 의하여 신체가 편안하게 되고, 자연치유력을 이끌어 내게 된다. 또 보온, α 파 발생에 의한 relax효과도 발

휘된다.

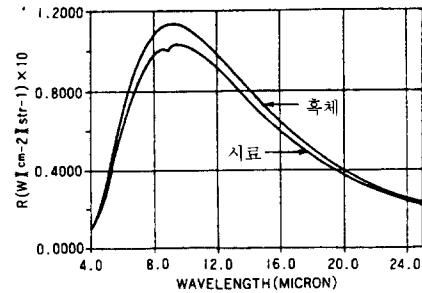


그림 5. 해조탄의 원적외선 파장.

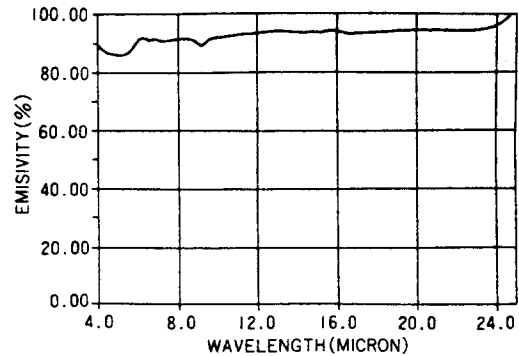


그림 6. 해조탄의 방사율.

최근에는 활성화광수에 의한 (-)이온 효과와 대사촉진효과를 가진 상품과 화강암, 전기석, 프라티나콜로이드를 봉입한 섬유도 발표되고 있다.

4. 원적외선과 생체와의 관계

4.1 전자파의 물분자에의 영향

일반적으로 물분자는 단독으로 존재하지 않고, 36~37개(그 이상인 것도 있다)의 물분자가 클러스터 형태로 대기와 수중의 유해물질들을 포함한 격자 형태로 존재하고 있다(그림 7).

4~14 μ m의 전자파·원적외선 물질로 처리하면 물분자를 강력하게 진동시키기 때문에 긴 chain이 절단되고, 클러스터의 축소화가 일어난다. 5~6개의 물의 구조가 가장 맛있고, 건강한 물로 알려져 있다.

표 1. 천연광석기능제에 의한 원적외선 섬유 상품예와 특징

원적외선기능제		주 대상소재	특징 · 효과 등	용 도	상품명	개발회사
종별	내 용					
천 연 광 석 (미 분 말)	미네랄광석 ^{2,3)} 미분말(0.8 μ m)	레이온	1. 레이온 섬유에의 봉입 및 코팅type도 있다. 2. (-)이온효과로 혈행촉진, 피부조직 활성화, 대사 촉진 3. 항균, 소취	양말, T셔츠, 내의 등	ミネオソ ヘルス	大東纖維 ト-ミネ
	8종류의 세라 믹과 희토류금 속산화물을 결 합시킨 미분말 (0.3 μ m) ⁴⁾	나일론 폴리에스테르	1. 특수 미립자를 원료 폴리머에 혼입 · 방사해도 끊어지지않는 기술확립 2. 체온부근(38~39 $^{\circ}$ C)에서 원적외선을 방사하고, 보온 효과가 높다.	하의, 타이즈, 옷의 안감		福谷 フア-ベスト 藤田筑波大 名譽教授
	3종류의 천연 광석 ^{5),6)} 미분말	폴리에스테르 레이온 폴리노직	1. 오라스톤을 폴리에스테르, 레이온폴리노직 섬유의 방사시에 봉입 특수 가공한 것 2. 모세혈관 확장, 혈류량 증가, 신진대사 촉진, 어깨 결림, 요통, 관절염 등에 효과 3. 난연성, 항균, 소취, 방충 효과	내의, 잠옷, 어깨심, 스웨트, 양말, 건강 침구, 수건 등	オーラウ ェルネス 纖維	黒田
해 조 탄	해조탄의 탄화 ^{7,8)} 미분말(0.4 μ m)	폴리에스테르	1. 다시마,해조탄 미분말을 폴리에스테르 섬유에 봉입 2. 혈행촉진, 몸의 보온 3. α 파 발생에 의한 relax효과 4. 내세탁성이 우수	침장품, 잠옷, 내의, 양말, 장갑, 머플러, 인테리어 용품 등	해조탄 섬유	林下仁丹 まるしげ上 田森陸藥塩 兼松 ホレスト
활 성 수	활성화광수 ^{9,10)}	면 레이온 아크릴	1. 활성화 광수를 전자 처리하는 기술 2. (-)이온과 원적외선 효과에 의한 대사 기능 촉진	건강, 침구, 방석,	활성면 시 리즈	新紀産業 ヘルシ-寢装
		나일론	1. 활성화 염색 가공 2. 건강에 좋다.		健康こだ わり	神戸生絲 新紀産業

4.2 물의 클러스터의 크기가 인간의 건강에 미치는 영향¹⁾

일반적으로 동식물의 세포는 그림 8과 같이 A, B, C 3층의 물로 덮여 있다. 가장 내측의 A층의

물은 -80 $^{\circ}$ C에서 얼고, B 층의 물은 -10 $^{\circ}$ C, 가장 외측의 C 층은 0 $^{\circ}$ C에서 언다.

4~14 μ m의 전자파로 물의 클러스터가 작게 되면, 비중이 커지고, 세포막에 물이 점차 부착하게 된다.

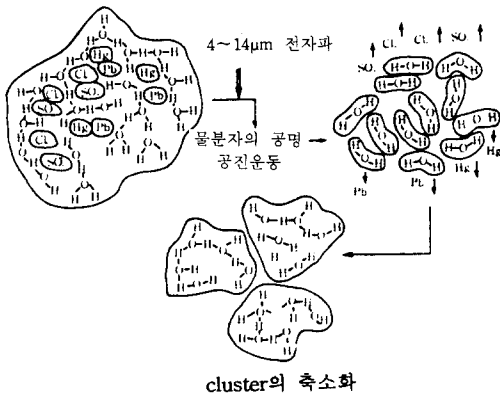


그림 7. 4~14μm 전자파의 물분자에의 영향.

세포에 오랫동안 싱싱한 모양으로 활발하게 움직이기 위해서는 우선, 물이 세포의 표면에 충분히 부착하는 것이다. 그래서 세포막에 대한 침투성이 강해지고, 세포막 그 중에서도 세포질 중에 들어간다.

이 때, 칼슘 이온(Ca⁺⁺)을 수반하여 세포막에 침투하기 때문에 세포막·세포질의 칼슘 이온이 증가하는 것이 증명되고 있다. 칼슘 이온의 증가는 세포막의 효소계를 자극하고, 그림 8과 같이 세포의 활성화를 야기시키고, 세포의 기능을 강화, 부활화가 일어난다.

인간의 건강을 생각하면, 물은 생명의 근본인 것이다.

세포막에 3층의 물이 부착하고 있는 것에 의하여 선도가 보존되고 있다.



A층의 물: 세포내에 들어간다. (-80°C에서 언다. ...세포내액)
 B, C층의 물: 자유수라 부르고, A 층에 붙어있기도 하고 떨어져 있기도 한다.(세포외액)

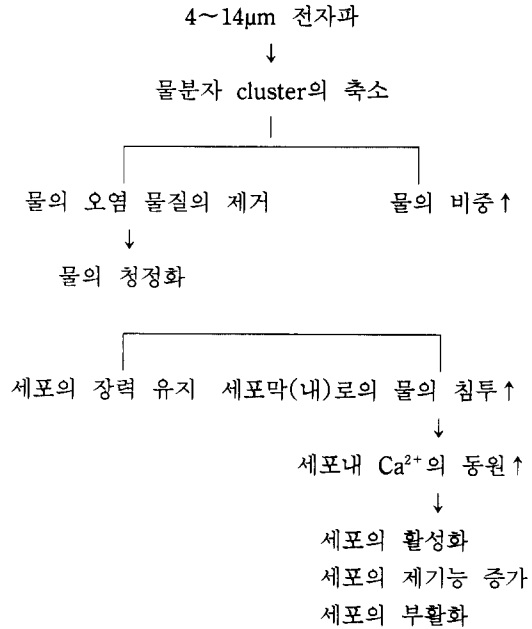


그림 8. 물의 cluster의 크기가 동식물의 세포와 인간의 건강에 미치는 영향.

4.3 NMR 분광법에 의한 물의 선폭의 측정

수돗물에 맥반석과 세라믹볼을 1일간 침지시키면, 물의 신호선폭이 좁게 된다. NMR 신호선폭이 좁게 되는 것은 분자가 활발히 운동하는 것을 표시하는 것이고, 물의 클러스터가 작아지는 것으로 해석된다 (표 2).

표 2. 맥반석과 세라믹의 효과

sample	물의 선폭
수돗물	128Hz
맥반석	97Hz
맥반석+세라믹볼	93Hz
세라믹볼	89Hz

또 세라믹을 짜넣은 옷으로 7일간 소주를 짜넣은 결과 독한 소주에 비하여 순한 맛으로 변했다.

결국, 숙성이 진행되어 물의 선폭이 좁게 되었다고 말할 수 있다(표 3).

표 3. 세라믹(원적외선) 효과.

sample	물의 선풍
소주 control (외포법 7일간)	171Hz
소주 세라믹 투입(외포법 7일간)	155Hz

이와 같이 실제로 물의 chain이 짧게 되는가 아닌가를 NMR분광법으로 과학적으로 증명 가능하게 되었다.

4.4 원적외선 방사물질의 백혈구 세포내의 칼슘 이온 미치는 영향-세포의 부활화·활성화 에의 영향

건강한 사람으로부터 백혈구를 채취하고, 그림 9와 같이 시험관내에 넣어 배양액과 함께 배양한다.

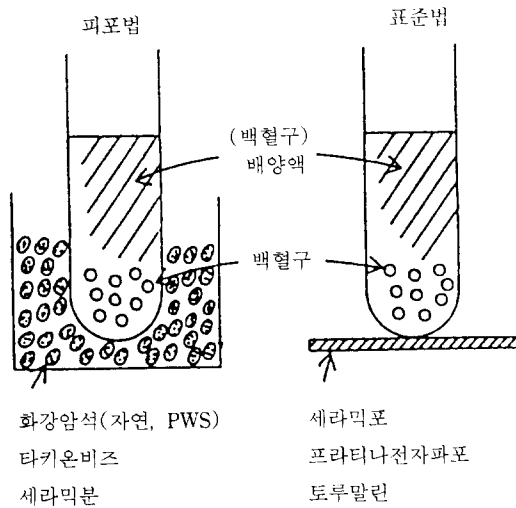


그림 9. 원적외선 물질의 영향을 조사하는 방법.

이 백혈구를 넣은 시험관을 바깥으로부터 원적외선을 방사 물질(화강암, 토루말린, 세라믹, 프라티나콜로이드, 타키온비즈(세라믹, 화강암, 수정을 용해추출한 것))으로 포입하고, 백혈구의 칼슘 이온이 점점 증가하는가를 조사한 결과를 그림 10에 나타내었다.

각 원적외선 방사 물질로부터 4~14 μ m의 강한

에너지가 물의 중합을 절단하고, 백혈구에 대하여 비중이 증가한 물이 세포 외측의 칼슘 이온을 포입하여 세포막을 통과하고, 5분 후, 60분 후에 세포 중의 칼슘 이온 증가를 나타내고 있다. 이 세포 내의 칼슘 이온 증가는 세포의 재기능을 부활화시켜, 세포의 활성화를 이끌어 낸다.

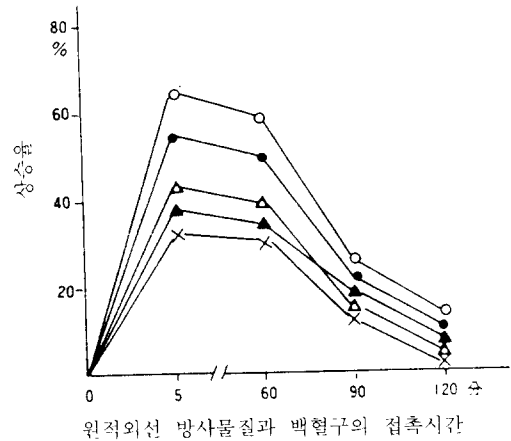


그림 10. 원적외선 방사물질의 백혈구 세포내 칼슘 이온에의 영향.

- 뉴얼, 빔, fiber (토루말린 소재섬유)
- 프라티나 전자파섬유
- △ 세라믹
- ▲ 타키온비즈

주) 원적외선 방사물질과 접촉하지 않은 경우의 호중구내 칼슘이온 값을 "0"으로 하고, 원적외선 방사 물질 접촉 후의 칼슘 이온의 상승율을 %로 표시하였다.

5. 원적외선 섬유 제품에의 전개

감성면에서 프린트 기술과 기능면에서의 후가공 기술이 중심으로 되기 때문에 원적외선 제품에 대해서는 아래의 3가지 방법으로 전개하고 있다.

1. 원적외선 기능 봉입 소재의 전개
예를 들면, 원적외선 기능 소재에 건강 기능과 감성 소재의 만남에 의한 전 분야용 전개
2. 후가공에 의한 원적외선 기능 부여

현재, 천연 광석 미분말을 코팅 기술에 의한 부여와 원적 활성화 처리한 용액에서의 함침 . 고착 처리하는 후가공 수단의 2가지 기술로 전개중이다. 원적외선 기능과 태가 소프트한 것도 그 특징의 하나이다.

3. 프린트 기술을 살린 원적외선 기능 부여
 착색 프린트와 동시에 프린트 부분이 내세탁성 있는 원적외선 기능을 가진 것이 특징이다.
 건강 관련 상품의 하나로 금후 점차 수요가 증가하는 것으로 기대도 크다.

6. 결 론

천연 광석 기능제에 의한 대표적인 원적외선 섬유 의 상품예와 그 특징에 대해서 소개했다. 또 원적외선의 작용, 효과로 생체의 세포막 근처의 물분자에 작용하고, 세포막의 효소계를 자극해서 세포의 활성화, 부활화를 야기시키는 메카니즘에 대해서도 기술하였다.

과학적으로 해명되고 임상의학적으로도 훌륭한

효과가 증명된 원적외선 섬유 상품의 중요성이 다시 보인다고 생각된다.

참 고 문 헌

1. 織研新聞, 1995年 1月 17日.
2. 特工昭, 62-32948.
3. 日經産業新聞, 1994年 10月 25日.
4. 黒田(株), 加工技術, 30, 166(1995).
5. 特開平, 4-272212.
6. 日本經濟新聞, 1995年 8月 1日.
7. 日刊工業, 1994年 7月 25日.
8. 寢裝, リビングタインス 1995年 11月 1日.
9. 織研新聞 1995年 10月 24日.
10. 丹羽鞠貞, アトピーがぐんぐん良くなる本, 日本テレビ(1994).
11. 丹羽鞠貞, “水, いのちと健康の科學”, ビジネス社(1992).
12. 丹羽鞠貞, 炎症, 12, 63(1992).
13. 松下和弘, 電熱, 46, 58(1989).