General Meeting

of the Korean Chemical Society

KCS Symposium **Publics Communication to Overcome Chemophobia**

October 21 (Wed), 2020



** This work was supported by the Korean Federation of Science and Technology Societies (KOFST) Grant funded by the Korean Government.

Official Partner





(T)C(I)·SEJIN CI





Sponsor





KCS Symposium

Public Communication to Overcome Chemophobia

- October 21 (Wed), 13:00-16:00
- Room 302



Duckhwan Lee
Sogang University

Chemophobia and Chemical Education



Won-Yong Lee
Yonsei University

Social Responsibility of Chemists



Sukki Kangg Science Writer

Chemophobia: Fact and Future



CONTENTS

003 • Chemophobia를 극복할 수 있을까 강석기

023 • Social Responsibility of Chemists

Won-Yong Lee

Department of Chemistry Yonsei University, Seoul, Korea

037 • **화학 혐오증과 화학 교육**

이덕환

서강대학교 화학·과학커뮤니케이션 명예교수 / (사)대한화학회 탄소문화원 원장



Chemophobia를 극복할 수 있을까 강석기



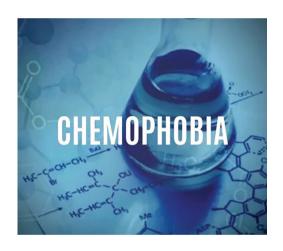
-phobia

지나친 공포 현실 왜곡 불안 장애의 한 유형



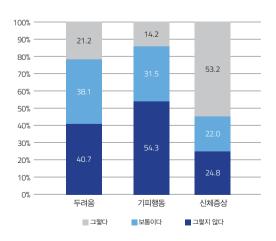
'화학물질'에 대한 두려움

타당한 때도 있지만 많은 경우 공포증 화학물질에 대한 잘못된 개념과 왜곡된 정보 때문



생각보다 심각

생활화학물질 위해성 국민 인식조사 (2018) 결과 15% 가 화학공포증 잠재군



1. 화학공포증의 형성 과정

• 추락하는 것은 날개가 있다 – 잉게보르크 바하만



위키피디아

화학, 인류를 구원하다1

- 1909년 프리츠 하버, 암모니아 합성 성공
- 질소비료, 단위면적당 생산량 6배로(미국 옥수수)
- 기아 공포에서 해방, 인구 급증





화학, 삶을 윤택하게

- 나일론 6,6 합성 (1935)
- 나일론 스타킹 (1940)



위키피디아

화학, 인류를 구원하다2

- 기적의 살충제 DDT
- 1874년 오트마 자이들러가 합성
- 1939년 파울 뮐러 살충제로 개발 (1948년 노벨생리의학상)
- 2차 세계대전 전염병 사망자 줄이는데 큰 역할
- 전후 말라리아 퇴치 이끌어(5억 명 목숨 구해)



위키피디아

과유불급

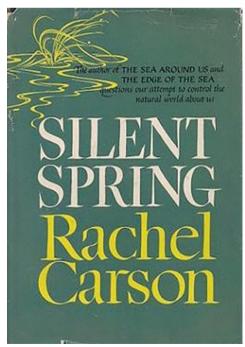
- 무절제한 사용 (미국, 연간 사용량 1인당 1파운드)
- 생태계 파괴 알려지기 시작



위키피디아

침묵의 봄 (1962)

- 해양생물학자이자 저술가인 레이첼 카슨
- 20세기 가장 큰 영향력을 미친 책
- 본격적인 환경운동 촉발 계기



위키피디아

DDT의 몰락

- '침묵의 봄'에서 집중 거론
- 기적의 살충제에서 발암물질로 낙인 (14장 '네 명 중 한 명')
- •생분해가 잘 안 되고(반감기 22일 ~30년) 몸에 축적
- •독성 크지 않음에도(LD50 250mg/ kg) 결국 시장에서 퇴출돼 (1972)



BANNED Banned A History of Pesticides and the Science of Toxic Frederick Rowe Davis Yale University Press, 2014, 284 pp.

within days, acquitting them of long-term

environmental impact.
Among toxicologists, however, organophosphates were considered far more troubling. Organophosphates are especially
dangerous because they inhibit cholinesdangerous because they inhibit cholines-terase, an enzyme crucial for neural com-munication, leading to muscle spasms, defecation, drooling, and asphyxiation. As weapons, these compounds were called nerver gas; but in the hands of farmers and household gardeners, they were dubbed

탈리도마이드 충격 (1960)

- 1953년 합성. 입덧 완화제로 판매(1957)
- 동물실험에서는 안전
- 46개 나라에서 1만 명 넘는 기형아 태어나
- 화학약물에 대한 불안



sciencemuseum.org.uk

사카린이 발암물질?

- 1878년 콘스탄틴 팔베르크가 우연히 발견
- 설탕보다 300배 달아 가공식품에 널리 쓰임
- 1970년대 동물실험(쥐)에서 방광암 유발 발표 뒤 퇴출
- 화학물질 식품첨가제에 대한 불안



위키피디아

BPA, 내분비교란물질의 대명사

- 폴리카보네이트, 에폭시수지 원료
- 투명하고 강해 널리 쓰임
- 1997년 내분비교란 작용 보고
- 유아용품 등 몇몇 제품군에서 퇴출



위키피디아

가습기살균제 사건

- 가습기폐질환 일으키는 세균, 곰팡이 없애기 위해 개발
- 피부독성, 경구독성 통과한 살균제 사용
- 2006~2011년 80여명 사망
- DDAC 흡입시 생쥐 폐에 염증과 섬유화 발생

sigmaaldrich.com

2. 화학공포증의 오해들

- 두려움 자극하는 뉴스 계속 나와
- 화학물질 전반을 위험으로 인식
- 많은 오해가 바탕에 깔려 있어



위키피디아

오해1_천연물질 vs 화학물질

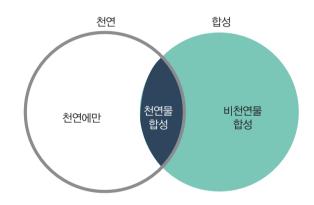
- 모두 화학물질
- 천연 vs 합성



coconutbayspas.com

자연에 존재하지 않는 화학물질

- 부자연스러운 존재
- 거부감



기업도 문제

- 오개념을 이용해 마케팅 벌이기도
- 커피 프림에 화학적 합성품인 카제인나트륨 대 신 무지방 우우를 넣었다? (2011년)
- 식품첨가물에 대한 소비자 불신 조장



강석기

오해2_천연이 인공보다 안전

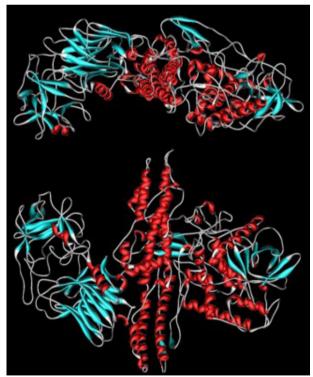
- 자연 산물의 위험성이 인공 산물의 위험성보다 덜 할 것이라는 완고한 믿음
- 경우에 따라 달라



braintea.com

지구 최강 독성 물질은?

- 천연물질인 보툴리눔 톡신
- 박테리아(Clostridium botulinum)가 만드는 단백질 독소
- LD50, 3ng/kg (1kg을 지구촌 사람들이 나눠 먹으면 절반 사망)



위키피디아

천연물 유래 약물을 개발하는 이유

- 천연물의 약효를 높이거나 부작용을 줄이기 위해
- 살리실산 → 아스피린
- 갈레진(프랑스라일락) → 메트포르민



coconutbayspas.com

오해3_정제된 건 나쁘다

- 합성화합물은 정제된 물질
- 천연물도 정제되면 나빠져
- ex. 백설탕 대신 원당(whole cane)
- 독성물질 제거해야 하는 경우도 많아



강석기

오해4_양보다 질이 중요

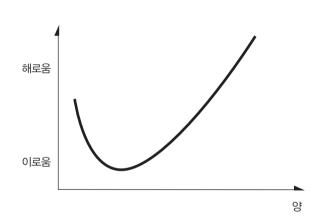
- 선악은 물질의 고유 특성(질)?
- 나쁜 것도 적으면 무해할 수 있고
- 좋은 것도 많으면 유해할 수 있어



위키피디아

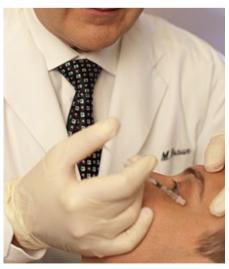
J 곡선

• 용량이 독을 만든다 -파라켈수스



최강 독을 얼굴에 주사?

- 보톡스
- 피코그램 수준



위키피디아

오해5_합성은 생태계와 환경 파괴 주범

- 합성물질이 지구 망친다고 생각
- 지구온난화 주범은 천연물인 화석연료와 메탄
- 결국 양의 문제



cattlefeeders.ca

야생동물을 구한 비아그라

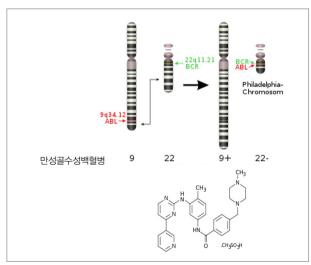
- 정력에 좋다고 알려진 동물 수난
- 뱀, 북방물개(해구신)...
- 뱀탕 수요 줄며 최근 뱀 늘어 골치



위키피디아

오해6_화학물질 때문에 암 급증

- 옛날에는 암이 없었다?
- 늘어난 건 사실
- 장수 (화학이 큰 기여?)
- 임의 돌연변이 10~30% (불운가설)



글리벡/위키피디아

화학물질의 기여도는?

담배와 식습관 50~67%

• 감염 15~20%

•기타(햇빛, 스트레스, 운동부족, 오염물질...)

• 화학물질 기여도 4% 미만

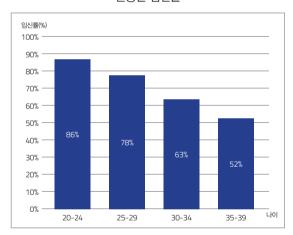


Graham Colditz Washington Univ.

오해7_화학물질이 불임 주범

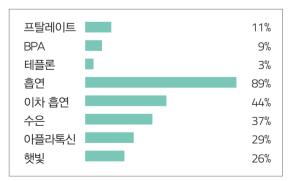
- BPA 같은 내분비교란물질 범람 때문?
- 늦은 결혼이 주요인

연령별 임신률



인체 고위험성, 전문가의 시각

• 미국 독성학자 900명



Statistical Assessment Service (2009)

오해8_화학 없는 세상 가능

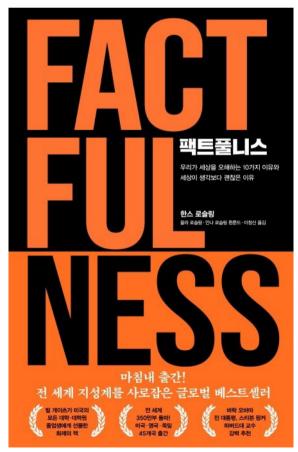
- 탐욕스런 기업을 위해 존재?
- 화학은 현대 사회를 만든 축 가운데 하나
- 화학 없이는 지구촌 78억 인구 부양 못해



MBN

3. 화학공포증 극복할 수 있을까

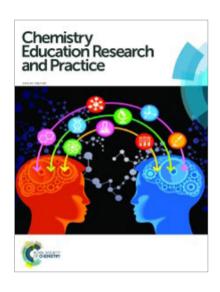
보이지 않는 것에 대한 본능적인 두려움 있어 극적인 세계관에서 사실에 근거한 세계관으로



교보문고

화학자의 역할

- 언론이나 단체의 오류 지적해야
- 사람들이 화학물질에 대한 올바른 개념 갖도록 도와야



ex. 살충제의 진실

- 유기농 농산물은 안전하다?
- 거의 모든 식물 농산물에는 천연 살충제가 들어있다!
- 천연 살충제 섭취량은 합성 살충제 섭취량의 1만 배



위키피디아

중국약초신장병(1992)

- 벨기에 자연요법 병원에서 다이어트 천연조제 약물 복용
- 100여 명에서 급성 신부전증 발생, 70% 투석
- 한방기 대신 광방기 쓴 결과(쥐방울덩굴과)
- 아리스톨로크산(AA. 폴리페놀) 0.65mg/g



AA와 간암 (2017)

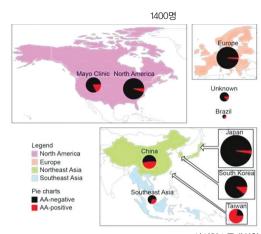
- 아리스톨로크산, 동아시아 전통약재인 쥐방울 덩굴과와 족두리속(세신) 식물에 들어있어
- DNA 변이 유발 (아데닌 → 티민)
- 대만 간암의 78%, 중국 47%, 한국 13%
- 대만 인구 1/3, AA 함유한 약초 복용

커피는 발암물질 투성이?

- 고농도 동물실험(쥐) 결과 천연 농약 57종 가운 데 29종이 발암물질 (1992)
- 분석한 커피 성분 26종 가운데 19종
- 커피 한 잔에 발암물질 10mg!

상대적인 위험성

• 하루 커피 세 잔에 쥐 TD50의 1000분의 1 농도 들어있어



사이언스중개의학

Table 1. Carcinogenicity status of natural chemicals in roasted coffee

Ponitive Acetaldehyde, Benzaldehyde, Benzene, Benzefuran, Benzefury, Benzefuran, Caffeic Acid,
Catechol, 1,2,5,6-Dibenzanthracene, Ethanol, Ethylbenzene, Formaldehyde, Furan, Furfural,
Hydrogen Peroxide, Hydroquinone, Limonene, MelQ, Styrene, Toluene

Not positive Acrolein, Biphenyl, Eugenol, Nicotinic Acid, Phenol, Piperidine [Uncertain: Caffeine (43)]

Yet to test ~ 1000 chemicals

Sciene (1992)

Table 3. Comparison of average exposures to natural (in bold) and synthetic pesticides

HERP (%)	Average daily human exposure	Human dose of rodent carcinogen		
0.1	Coffee (from 13.3 g) [3 cups]	Caffeic acid, 23.9 mg		
0.04	Lettuce (14.9 g) [1/67th head]	Caffeic acid, 7.90 mg		
0.03	Safrole in spices	Safrole, 1.2 mg		
0.03	Orange juice (138 ml) [4/5th glass]			
0.03	Pepper, black (446 mg)	d-Limonene, 3.57 mg		
0.02	Mushroom (2.55 g) [1/6th]	Mix of hydrazines, etc		
0.02	Apple (32.0 g) [1/7th]	Caffeic acid, 3.40 mg		
0.01	Celery, (21.6 g) [2/5th stalk]	Caffeic acid, 2.33 mg		
0.006	Coffee (13.3 g) [3 cups]	Catechol, 1.33 mg		
0.004	Potato (54.9 g; peeled) [1/4th]	Caffeic acid, 867 µg		
0.003	Nutmeg (27.4 mg)	d-Limonene, 466 μg		
0.003	Carrot (12.1 g) [1/10th]	Caffeic acid, 624 µg		
0.002	[DDT: daily dietary avg]	[DDT, 13.8 µg (before 1972 ban)]		
0.002	[Apple juice (6 oz; 177 ml)]	[UDMH, 5.89 µg (from Alar, 1988)]		
0.001	Plum (1.86 g) [1/25th]	Caffeic acid, 257 µg		
0.001	Pear (3.29 g) [9/100th]	Caffeic acid, 240 µg		
0.0009	Brown mustard (68.4 mg)	Allyl isothiocyanate, 62.9 µg		
0.0008	[DDE: daily dietary avg]	[DDE, 6.91 µg (before 1972 ban)]		
0.0006	Celery (21.6 g) [2/5th stalk]	8-Methoxypsoralen, 13.2 µg		
0.0006	Mushroom (2.55 g) [1/6th]	Glutamyl-p-hydrazinobenzoate, 107 p		
0.0004	[EDB: Daily dietary avg]	[EDB, 420 ng (before 1984 ban)]		
0.0003	Carbaryl: daily dietary avg	Carbaryl, 2.6 µg (1990)		
0.0002	Toxaphene: daily dietary avg	Toxaphene, 595 ng (1990)		
0.0002	[Apple, 1 whole (230 g)]	[UDMH, 598 ng (from Alar, 1988)]		
0.0001	Mango (522 mg) [1/500th]	d-Limonene, 20.9 ug		
0.00009	Mushroom (2.55 g) [1/6th]	p-Hydrazinobenzoate, 28 µg		
0.00008	DDE/DDT: daily dietary avg	DDE, 659 ng (1990)		
0.00007	Parsnip (54.0 mg) [1/3300th]	8-Methoxypsoralen, 1.57 µg		
0.00005	Parsley, fresh (324 mg)	8-Methoxypsoralen, 1.17 µg		
0.00002	Dicofol: daily dietary avg	Dicofol, 544 ng (1990)		
0.00001	Cocoa (3.34 g) [4/5th serving]	α-Methylbenzyl alcohol, 4.3 μg		
0.000001	Lindane: daily dietary avg	Lindane, 32 ng (1990)		
0.0000004	PCNB: daily dietary avg	PCNB (Quintozene), 19.2 ng (1990)		
0.0000001	Chlorobenzilate: daily dietary avg	Chlorobenzilate, 6.4 ng (1989)		
< 0.00000001	Chlorothalonil: daily dietary avg	Chlorothalonil, <6.4 ng (1990)		
	Folpet: daily dietary avg	Folpet, 12.8 ng (1990)		
0.000000006	Captan: daily dietary avg	Captan, 11.5 ng (1990)		

Sciene (1992)

유기농에 농약 더 많아?

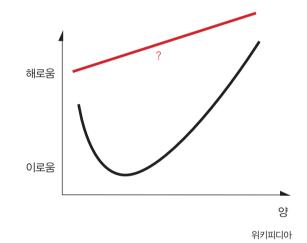
- 자기방어를 위해 더 많이 생산
- 유기 셀러리, psoralen 6200ppb
- 농약 셀러리, psoralen 800ppb
- 유기 셀러리 재배 농부, 피부질환 흔해(소랄렌 광독성)



위키피디아

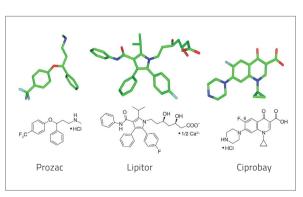
천연 살충제만 J 곡선?

- 천연 살충제는 식물이차대사물이란 용어로 불리며 몸 에 이롭다고 여겨져
- 천연 합성 모두 노출 빈도와 지속기간, 양에 따라 안전 성 달라져



화학의 존재 이유

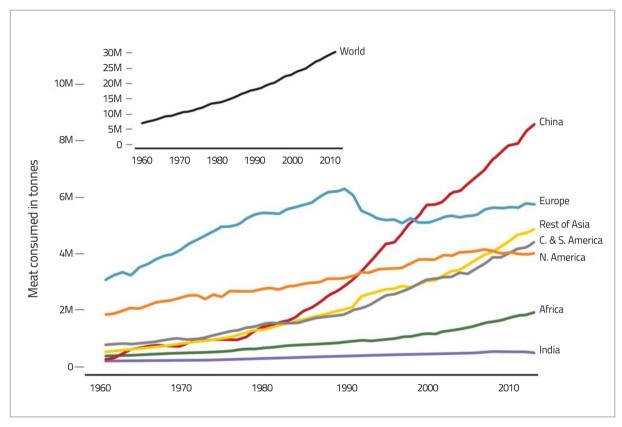
- 자연이 늘 최선이라는 건 환상
- 자연에 불소를 함유한 유기분자는 없다!
- 1954년 플루드코코르티손 출시 이후 현재 150여 종으로 전체 의약품의 20% 차지
- 투과성 높이고 반감기 길어지고 상호작용 조절



Science (2007)

화학공포증에서 벗어날 때

- 오늘날 건강, 생태, 환경 위기는 과잉에서 비롯
- 사람 78억 명, 소 15억, 양 12억, 돼지 10억, 닭 190억 마리
- 우리가 두려운 존재!



Science

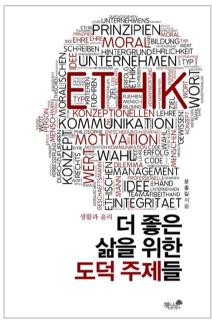


Social Responsibility of Chemists

Won-Yong Lee
Department of Chemistry Yonsei University, Seoul, Korea



1. 사회적 책임(Social Responsibility)



• 과학연구: 가치 중립적 vs 윤리적 책임 필요



Hans Jonas (1903-1993): 독일 태생 유대인 철학자

대표 저서: 《책임의 원칙: 기술문명시대의 생태학적 원리》 (1979)

과학기술의 시대에 도덕의 근본이 되는 덕목은 '책임'

과학연구의 가치 중립성

- 과학 지식탐구는 그 자체가 목적이며 과학자가 지식탐구를 수행하는 중에는 가치 판단이나 결정을 유보
- 사회적 제약이나 편견과 압력에서 자유로워야 한다는 '과학 연구의 자율성' 이라는 가치가 학문 발전을 위해 중요
- 과학 연구결과의 부정적 측면에 대해 과학자는 책임이 없음

과학연구의 사회적 책임

- 과학 연구는 인류 삶의 전 분야에서 막대한 영향력을 가짐
- Thomas Samuel Kuhn: 과학이 더 이상 보편적 진리가 아니며 목적의 합리성이 유일한 판단 기준
- 현대의 과학연구는 사회적이고 역사적 활동이므로 책임이 존재
- 과학 연구의 사회적 책임에 대한 국제사회의 공통적인 기준은 마련돼 있지 않음

과학기술인 윤리강령

한국과학기술단체총연합회 (2007.04)

- 1. 과학기술인의 사회적 책임: (12개 항목 중 제1순위) 과학기술인은 과학기술이 사회에 미치는 영향이 지대하므로 전문직 종사자로서 책임 있는 연구 및 지적 활동을 하여야 하며, 그 결과로 생산된 지식과 기술이 인간의 삶의 질과 복지 향상 및 환경보전에 기여하 도록 할 책임이 있음을 인식한다.
- 2. 과학기술인의 기본 연구윤리
- 3. 보편성의 원칙

- 4. 과학기술인으로서의 품위 유지
- 5. 법령의 준수
- 6. 연구대상의 존중
- 7. 연구자료의 기록 보존
- 8. 저자표시와 지식재산권
- 9. 사회에 대한 권리와 의무: 과학기술인은 새로운 발견이나 연구 및 지적활동의 업적을 사회에 공표함으로써 발생되는 이득을 취할 권리가 있으며, 한편 사회가 요구하는 사항에 성실히 응할 의무가 있다.
- 10. 이해상충 (conflicts of interest)에 대한 대처
- 11. 연구환경 조성
- 12. 윤리교육의 실시

The Singapore Statement on Research Integrity



The Singapore Statement on Research Integrity:

Principles:

- · Honesty in all aspects of research
- · Accountability in the conduct of research
- Professional courtesy and fairness in working with others
- Good stewardship of research on behalf of others

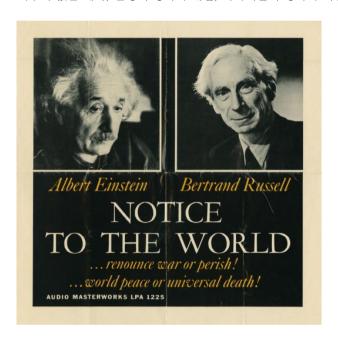
Responsibilities:

- 1. Integrity
- 2. Adherence to Regulations
- 3. Research Methods
- 4. Research Records
- 5. Research Findings
- 6. Authorship
- 7. Publication Acknowledgment
- 8. Peer Review
- 9. Conflict of Interest
- 10. Public Communication
- 11. Reporting Irresponsible Research Practices
- 12. Responding to Irresponsible Research Practices
- 13. Research Environments
- 14. Societal Considerations: Researchers and research institutions should recognize that they have an ethical obligation to weigh societal benefits against risks inherent in their work.

1. 과학자들의 사회적 책임 사례

The Russell-Einstein Manifesto (1955)

핵무기 없는 세계, 분쟁의 평화적 해결, 과학기술의 평화적 이용을 호소





11명이 서명 (10명 노벨상 수상)

화학자의 사회적 책임 사례 1:

Fritz Haber(1868-1934): 1918년 노벨 화학상 수상



Haber process, also Haber-Bosch pro-



Nitrogen Hydrogen Ai

Ammonia





Fritz Haber on the Western Front in WWI



Chlorine gas, being dispersed from canisters in Flanders, 1915



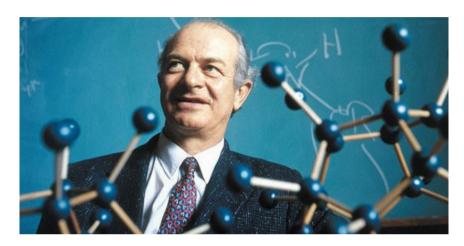
British poison gas casualties in 1918.



Clara Immerwahr

화학자의 사회적 책임 사례 2:

Linus Pauling (1901-1994) :1954년 노벨 화학상/ 1962년 노벨 평화상 수상

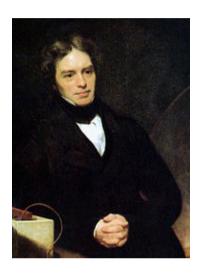


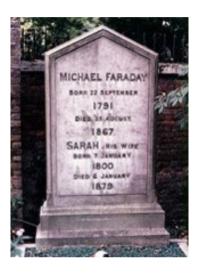


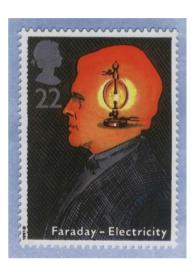
1962년 라이너스 폴링이 백악관 앞에서 미국의 핵실험 재개에 항의하며 벌인 시위 모습

Michael Faraday (1791-1867)

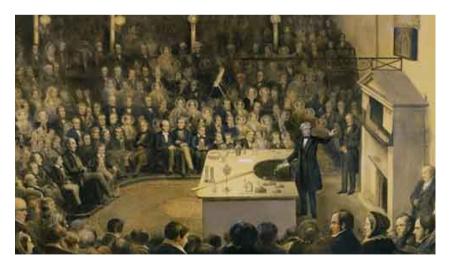
전자기학과 전기화학 분야에 큰 기여를 한 영국의 물리학자/화학자

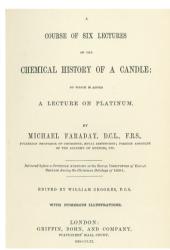






Faraday: 과학의 대중화에 기여한 연구자





"저는 이 강연의 마지막 말로서 여러분의 생명이 양초처럼 오래 계속되어 이웃을 위한 밝은 빛으로 빛나고, 여러분의 모든 행동이 양초의 불꽃과 같은 아름다움을 나타내며, 여러분이 인류의 복지를 위한 의무를 수행하는 데 전 생명을 바쳐 주시기를 간절히 바랍니다 (1826)."

2. 그럼 우리는 무엇을 해야 하나?

화학이 중심이 된 인류의 문제 해결

Chemistry should be a central science to make global society sustainable:

- Green Chemistry
- 환경문제 해결
- 에너지 문제 해결
- 질병 문제 해결

올바른 전문가 증언

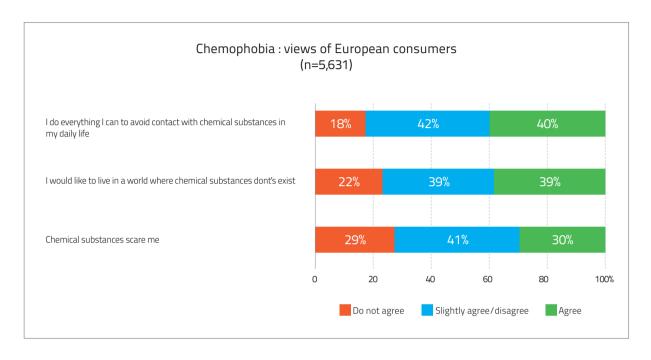
- 전문가 증인은 철저한 조사를 위한 충분한 시간이 없으면 증언에 임하지 말아야 한다.
- 정직한 증언을 할 수 없는 상황이라면 증언에 임하지 말아야 한다.
- 중립적이고 객관적인 진실만을 증언해야 한다.
- 추가적인 정보가 뒤늦게 제시되더라도 이를 편견 없이 받아들여야 한다.

대중과의 화학 커뮤니케이션 확대

Michael Siegrist and Angela Bearth,

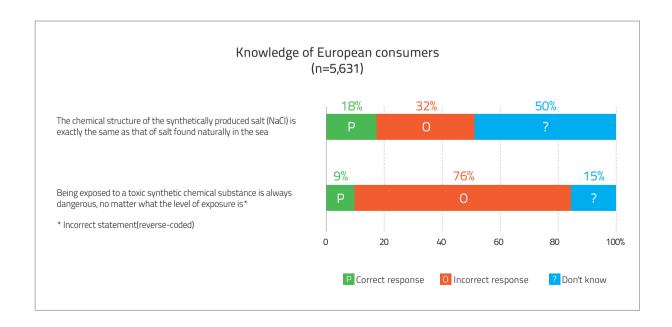
"Chemophobia in Europe and reasons for biased risk perceptions"

Nature Chemistry | VOL 11 | DECEMBER 2019 | 1071 – 1072



Total of 5,631 participants, with roughly 700 from each country.

Austria, France, Germany, Italy, Poland, Sweden, Switzerland and the United Kingdom.



"Chemists and toxicologists should, therefore, be investing in ensuring that as many people as possible appreciate that the distinction between natural and synthetic chemicals is not useful for assessing risk, and that it is the dosage that makes a chemical poisonous.

A better understanding of these basic principles of toxicology will hopefully reduce Chemophobia."

과학자의 히포크라테스 선서

"나는 과학과 기술이 사회적인 책임을 다하는 보다 나은 사회를 위하여 연구할 것을 맹세합니다. 나는 인간과 환경에 해를 끼칠 수 있는 목적으로 내 지식을 사용하지 않을 것이며, 연구를 착수하기에 앞서 나의 연구결과가 야기할 수 있는 사회—윤리적인 파급효과를 먼저 생각한 후 연구에 착수할 것을 다짐합니다. 비록 이러한 약속을 지켜나가는 것이 때로는 매우 힘에 겨울지라도 연구에 종사하는 모든 개개인의 사회적 책임감이 인류의 평화를 향한 첫번째 발걸음이라는 사실을 깊이 인식하기에 이러한 선서에 기꺼이 서약합니다."

The Hippocratic Oath for Scientists

"I promise to work for a better world, where science and technology are used in socially responsible ways. I will not use my education for any purpose intended to harm human beings or the environment. Throughout my career, I will consider the ethical implications of my work before I take action. While the demands placed upon me may be great, I sign this declaration because I recognize that individual responsibility is the first step on the path to peace."



화학 혐오증과 화학 교육

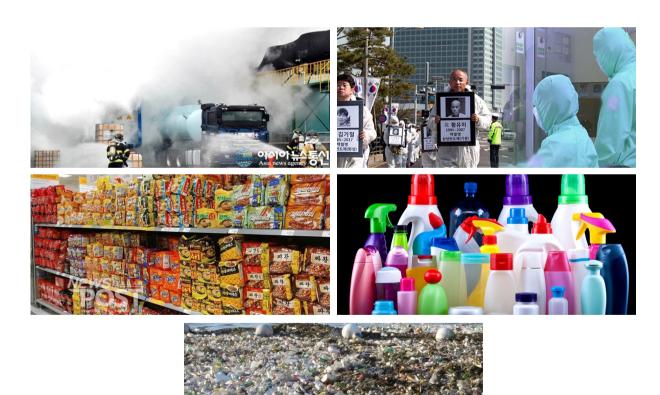
이덕환

서강대학교 화학·과학커뮤니케이션 명예교수 (사)대한화학회 탄소문화원 원장



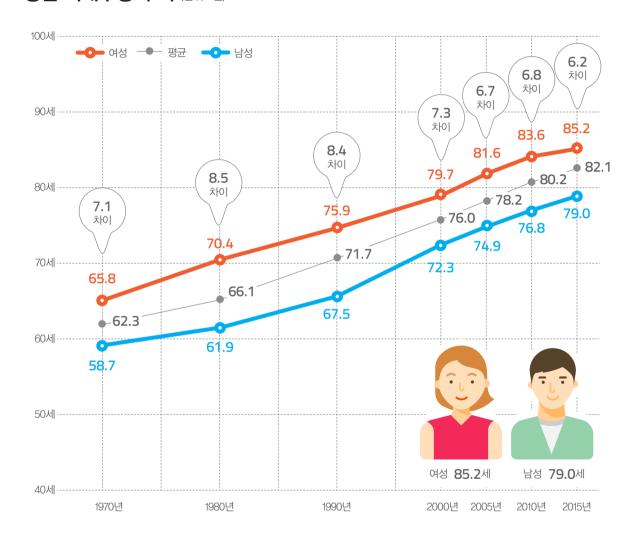
화학혐오증, 화학거부증, Chemophobia(not Chemiphobia)

- '화학물질 없는 세상에서 살고 싶다'
- '합성(가공)물질 없는 세상에서 살고 싶다'
- '천연재료로 스스로 만들어서 쓴다'
- (1급) 발암물질, 허용기준, 식품첨가물, 살균제, …
- 食藥同源, 항산화물질, 살균제, …
- '우주 만물은 화학물질이다'
- '천연물도 위험하다'



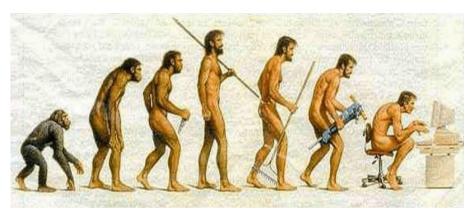
2016년 생명표 성별 기대수명 추이 (단위 : 년)

출생 시 기대여명



자료 : 통계청

무엇이 끔찍하게 잘못되기 시작했다…



- 규제를 하자!
- 자연으로 돌아가자!

우리의 과거와 자연





기습기 살균제 참사(1994 ~ 2011)

- 세계 최초로 개발한 '인체 무해' 살균제
- ㈜유공 (SK케미칼 → SK디스커버리): 노승권
- '맹물': 세척성분(계면활성제) 전무 + 살균성분(CMIT/MIT, PHMG/PGH, BKC) 0,5~2%
- '살인적 사용법'에 대한 인식 부족 및 관리 실패
- 사용자 800만명, 잠재적 피해자 160만 명 (인도의 보팔 사고 사상자 50만명, 1984)
- 방부제(접촉 금지) 〉살균제(섭취/호흡/눈) 〉보존제(허용량) 〉항생제



라돈 침대 사태(2018.5.3~2018.10.28)























음이온 광풍의 진화

- 음이온 공기청정기 (1990년대 초)
 - 1 cm³ 당 2,000개
 - '레나르트 효과'
- '음이온' 에어컨/공기청정기의 부작용
 - 전기 방전 시스템(electrical discharge system)으로 '오존' 발생
 - 기관지염 및 천식 유발 (MBC, KBS)
 - 자동차용: 음이온 시스템 (Ozonizer)
- 의료용 온열 매트(2007년, YTN)
 - 과기부 방사선 안전과 조철희 사무관(현 한국연구개발서비스협회 사무국장)
 - '생활주변 방사선 안전관리법'(2011년)
- '모나자이트' 수입 · 보급
 - 음이온 파우더, 칠보석, 희토류, 게르마늄, 모나자이트…

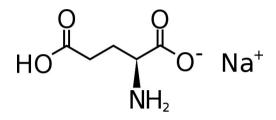
'화학/인공' 조미료 논란







MSG(L-글루탐산 소듐): 사람에게 가장 중요한 아미노산





"평생 먹을 수밖에 없는 발효 조미료" "무작정 많이 먹어도 될까?" 과식의 문제: MSG의 탓?

1 ♥∥ noun ∖ü-	-'mä-mē\	
of UMAMI		Q+1
eral amino acids a		
MAMI		
se, savoriness, fla	avor	
iown Use: 1979		
ith UMAMI		
i, Khatami, Loman	ni, pastrami, salam	i, tatami, tsunam
ttee	of UMAMI te sensation that eral amino acids a ate) UMAMI ese, savoriness, fla nown Use: 1979	te sensation that is meaty or savory eral amino acids and nucleotides (<u>as</u> ate) JMAMI use, savoriness, flavor nown Use: 1979

탄수화물 중독: '과식과 편식'의 잘못



발암물질의 공포







'허용기준'에 대한 오해

언론의 입장: '허용기준을 넘으면 위험하다' 텔레비전 실험

'허용기준'과 '안전기준' 비용 vs. 편익 "제한속도"의 의미 허용기준은 '규제/관리'의 수단 허용기준 위반 : 범법 행위



천연식품과 가공식품

- 1,620종의 야생 버섯 중 320종만 식용 가능
- 'BIOCIDE'(살생물질)
- 식품첨가물
- 식품표시광고법
- 제8조(부당한 표시 또는 광고행위의 금지) 1. 질병의 예방·치료에 효능이 있는 것으로 인식할 우려가 있는 표시 또는 광고, 2. 식품 등을 의약품으로 인식할 우려가 있는 표시 또는 광고
- 건강기능식품

'화학' 교육

- 중등 화학 교육
- '통합과학'으로의 회귀: 물리/화학/생명과학/지구과학
- '화학I · II' 선택 비율
- 과학자 양성을 위한 '단편적 개념' 교육: '화학 개념의 분류학'
- 대학에서의 '화학' 교육
- 화학 전공 학생
- 이공계
- 인문계: '음양오행설', '사원소설'
- 현대 사회에서 '화학'의 사회적 가치

노벨 화학상 수상자 (1983~2002)

Mass spectrometric and NMR analysis of biological macromolecules (2002)

Chirally catalyzed hydrogenation reactions (2001)

Conductive polymers (2000)

Femtosecond spectroscopy (1999)

Density-functional theory and computational methods (1998)

Enzymatic mechanism of APT and ion-transporting enzymes (1997)

Fullerenes (1996)

Decomposition of ozone (1995)

Carbocation chemistry (1994)

PCR and Site-directed mutagenesis (1993)

Electron transfer reactions (1992)

High-resolution NMR spectroscopy (1991)

Organic Synthesis (1990)

Catalytic properties of RNA (1989)

Photosynthetic reaction center (1988)

Structure-specific interactions of high selectivity (1987)

Dynamics of chemical elementary processes (1986)

Direct method for determination of crystal structures (1985)

Chemical synthesis of peptides on a solid matrix (1984)

Electron transfer reactions (1983)

Genome editing (2020)

Lithium ion batteries (2019)

Directed evolution of enzymes/ Phage display of petides and antibodies (2018)

Cryo-electron microscopy (2017)

Molecular Mechanics (2016)

DNA repair (2015)

Super-resolved fluorescence microscopy (2014)

Multiscale models for complex chemical systems (2013)

G-protein-coupled receptors (2012)

Quasicrystals (2011)

Pd-catalyzed cross couplings in organic synthesis (2010)

Structure and function of ribosome (2009)

Green fluorescent protein, GFP (2008)

Chemical processes on solid surfaces (2007)

Molecular basis of eukayotic transcription (2006)

Methasesis method in organic synthesis (2005)

Ubiquitin-mediated protein degradation (2004)

Ion channels in cell membranes (2003)

1																	18
1							# ÷	주 주	기	윤	Ŧ						2
Н								-	-		-						He
수소 hydrogen							Period	ic Tabl	e of the	Eleme	nts						헬 년 heliu
1.008	2		표기법:									13	14	15	16	17	4.00
3	4			번호	1							5	6	7	8	9	4.00.
Li	Be			호								В	Ċ	N	o	F	Ne
리튬	베릴륨			(국문)								봉소	탄소	질소	산소	플루오린	네온
lithium	beryllium			령(영문)								boron	carbon	nitrogen	oxygen	fluorine	neo
6.94	9.0122			원자량 원자량								10.81	12.011	14.007	15.999 [15.999, 16.000]	18.998	20.18
11	12		11.2	2/10	ı							13	14	15	16	17	18
Na	Mg											Al	Si	P	S	CI	A
소듐	마그네슘											알루미늄	규소	인	황	염소	아르
sodium	magnesium 24,305											aluminium	silicon 28.085	phosphorus	sulfur 32.06	chlorine 35,45	argo
22.990	24.305 [24.304, 24.307]	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	26.982	[28.084, 28.086]	30.974		[35.446, 35.457]	39.9
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kı
포타슘	칼슘	스칸듐	타이타늄	바나듐	크로뮴	망가니즈	철	코발트	니켈	구리	아연	갈륨	저마늄	비소	설레늄	브로민	크립
potassium	calcium	scandium	titanium	vanadium	chromium	manganese	iron	cobalt	nickel	copper	zinc	gallium	germanium	arsenic	selenium	bromine 79.904	krypt
39.098	40.078(4)	44.956	47.867	50.942	51.996	54.938	55.845(2)	58.933	58.693	63.546(3)	65.38(2)	69.723	72.630(8)	74.922	78.971(8)	[79.901, 79.907]	83.798
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51 Ch	52	53	54
Rb 루비듐	Sr 스트론튬	Y 이트륨	Zr 지르코늄	Nb 나이오븀	Mo 용리브데넘	Tc 테크네튬	Ru 루테늄	Rh 로튬	Pd 팔라듐	Ag	Cd 카드뮴	In 인듐	Sn 주석	Sb 안티모니	Te gra	이이오딘	X€ 제논
무미늄 rubidium	스트본븀 strontium	り三音 yttrium	기드고늄	niobium	molybdenum	technetium	무데늄 ruthenium	도늄 rhodium	palladium	은 silver	가느늄 cadmium	indium	무역 tin	antimony	월두명 tellurium	iodine	제근 xeno
85.468	87.62	88.906	91.224(2)	92.906	95.95		101.07(2)	102.91	106.42	107.87	112.41	114.82	118.71	121.76	127.60(3)	126.90	131.2
55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs	Ba	란타넘족	Hf	Та	w	Re	Os	Ir	Pt	Au	Ha	TI	Pb	Bi	Po	At	Rn
세슘	바륨	lanthanoids	하프늄	탄탈럼	텅스텐	레늄	오스뮴	이리듐	백금	금	수은	탈륨	납	비스무트	플로늄	아스타틴	라돈
caesium	barium		hafnium	tantalum	tungsten	rhenium	osmium	iridium	platinum	gold	mercury	thallium	lead	bismuth	polonium	astatine	rado
132.91	137.33		178.49(2)	180.95	183.84	186.21	190.23(3)	192.22	195.08	196.97	200.59	204.38 [204.38, 204.39]	207.2	208.98			
87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
Fr	Ra	악티늄족	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	FI	Mc	Lv	Ts	Og
프랑슘	라듐	actinoids	러더포듐	두브늄	시보귬	보륨	하슘	마이트너퓸	다름슈타튬	뢴트게늄	코페르니슘	니호늄	플레로븀	모스코븀	리버모륨	테네신	오가네
francium	radium		rutherfordium	dubnium	seaborgium	bohrium	hassium	meitnerium	darmstadtium	roentgenium	copernicium	nihonium	flerovium	moscovium	livermorium	tennessine	oganes
		57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	ТЬ	Dy	Но	Er	Tm	Yb	Lu	
		란타넘 lanthanum	세륨 cerium	프라세오디뮴 praseodymium	네오디뮴 neodymium	프로메튬 promethium	사마륨 samarium	유로퓸 europium	가톨리늄 gadolinium	터븀 terbium	디스프로슘 dysprosium	홀뮴 holmium	어븀 erbium	돌룡 thulium	이터븀 vtterbium	루테튬 lutetium	
						prometnium								0.000,000,000			
		138.91	140.12	140.91	144.24		150.36(2)	151.96	157.25(3)	158.93	162.50	164.93	167.26	168.93	173.05	174.97	
		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	
		악티늄 actinium	토륨 thorium	프로트악티늄 protactinium	우라늄 uranium	넵투늄 neptunium	플루토늄 plutonium	아메리슘 americium	퀴륨 curium	버글륨 berkelium	캘리포늄 californium	아인슈타이늄 einsteinium	페르뮴 fermium	멘델레븀 mendelevium	노벨륨 nobelium	로렌슘 lawrencium	
		acumum				першнит	protomon	amendum	Curium	Jerkenulli	Camornium	Chiscennum	Termium	menuerevium	Hobelluiti	AWICICIOIII	
			232.04	231.04	238.03												

참조) 표준 원자량은 2011년 IUPAC에서 결정한 새로운 형식을 따른 것으로 [] 안에 표시된 숫자는 2 종류 이상의 안정한 동위원소가 존재하는 경우에 지각 시료에서 발견되는 자연 존재비의 분포를 고려한 표준 원자량의 범위를 나타낸 것임. 자세한 내용은 <u>Pure Appl, Chem, 83, 359~396(2011); doi:10,1351/PAC~REP~10~09~14</u>을 참조하기 바람.

아보가드로 수 $N_A = 6.022 140 76 \times 10^{23}$







