



유전자 변형식품의 안전성평가와 검지기술

박 무 현

한국과학기술정보연구원

I. 서 론

본 글은 2003년 9월 26일(금) 일본 동경의 산케이 플라자빌딩에서 개최된 「안전(安全)으로 안심(安心)하는 식생활에 기여할 수 있는 최신정보를 연구현장으로부터 소개」라는 제목으로 독립법인 식품종합연구소와 독립법인 국립건강·영양연구소 합동 공개강연회에서 발표된 「유전자 조환(組換)식품의 안전성평가와 검지기술」에 대한 일야 명관(日野 明寬)박사의 공개강연내용과 씨 등이 개발한 세계적인 유전자 검지 기술을 소개하고자 하는 것이며 이와 부수하여 유전자변환에 관련된 식품의 국내외 연구 동향과 현재 한국정부(국립농산물품질관리원)에서 수행하고 있는 GMO의 표시제도와 GMO농산물의 유통현황을 요약 소개하고자 한다.

1. 유전자변형농산물(Genetically Modified Organisms)이란?

유전자를 인공적으로 분리·결합하여 자연교잡에서는 육성되지 않는 특성(제초제저항, 내병·내충, 품질의 특성화 등)을 갖도록 한 농산물을 말하는 것이며, GMO는 재배상의 유익성과 잠재적 위해성을 동시에 내포하고 있다.

- 유익성 : 21세기 식량문제를 해결할 수 있는 핵심기술로 각광을 받고 있다.
- 위해성 : 잠재적 인체 위해성, 환경문제, 사회 윤리적 문제 등이 제기되고 있다.

2. 유전자변형농산물의 정의

- 명칭: 유전자변형농산물은 전 세계적으로는 유전자변환농산물, 유전자조작농산물, 유전자조환농산물, 유전자재조합농산물 등으로 다양하게 표현되고 있으며, 흔히 GMO(Genetically Modified Organisms), GEO(Genetically Engineered Organisms), LMO(Living Modified Organisms)로 표현하고 있다.
- 「농산물품질관리법」상의 정의
 - 인공적으로 유전자를 분리 또는 재조합하여 의도한 특성을 갖도록 한 농산물을 말한다.
- 「식품위생법」상의 정의
 - 유전자 재조합식품이란 생물의 유전자중 유용한 유전자만을 취하여 다른 생물체의 유전자와 결합시키는 등의 유전자 재조합기술을 활용하여 재배·육성된 농·축·수산물 등을 원료로 하여 제조·가공한 식품을 말한다.

- EU(유럽연합)의 정의
 - 자연교배나 자연결합으로는 생성될 수 없는 방법으로 변형된 유전자를 가지고 있는 농산물
- USDA(미농무성)의 정의
 - 염색체 변형뿐 만 아니라 이중교배의 기술로 만들어진 농산물
- CODEX(식품표기분과위원회)의 정의
 - 자연적인 증식 또는 재조합에 의하여 일어날 수 없는 방법으로 유전 물질이 변형된 농산물

II. 연구동향

유전자 변형농산물에 대한 국내외 연구동향을 한국과학기술정보연구원(KISTI)의 DATA Base BIST를 통하여 조사하였던 바 <표 1>과 같다. 항목별 농작물, 감자, 옥수수, 쌀을 검색어로 하여 조사한 결과 총 500건(1992년 이래, 중복검색도 포함)으로 나타났다. 대상 농산물로서는 옥수수가 가장 많고 그다음이 콩과 감자의 순서였다. 국가별 연구 실적으로는 전체연구 건수 500건 기준 미국이 47.6%인 238건 이었고 그 다음 일본이 28.8%였으며, 영국과 한국이 8% 수준 이었다. 일본과 한국이 다소 높은 수준으로 나타난 것은 KISTI의 자료가 미국, 일본, 한국을 중심으로 하여 수집되었기

때문인 것으로 생각된다.

본 연구는 역시 미국이 전 세계의 연구실적의 50%이상을 점하고 있으며 GMO의 생산과 수출도 거의 대부분을 차지하고 있으며 GM농산물의 생산과 수출을 주도하고 있다.

III. GM식품의 표시

1. 표시제도의 도입배경

유전자변형농산물의 상업화가 시작되고 생산·유통이 확대됨에 따라 인체와 환경에 잠재적인 위해성이 있을 수 있다는 논란이 일부 제기되고 있는 가운데 우리나라에서도 소비자들의 불안이 가중되면서 최소한 GMO에 대한 표시제만이라도 조기 시행해 달라는 요구가 증폭됨으로 '98 국회 국정 감사시의 문제 제기에 따라 표시제의 법적 근거를 마련, 우선 GM 농산물인지 아닌지를 명확히 하여 소비자에게 올바른 구매정보를 제공하기 위하여 실시하고 있다.

2. 관련법령 및 규정

농산물품질관리법 제16조 및 제18조(제정 '99.1.21, 개정 '00.1.21, '02.1.14)

표 1. 유전자변형 농산물의 국가별 연구동향(총괄)

국가별 품목별	계(건/%)	한국	일본	미국	영국	독일	기타
농작물 관련	120/24.0	12	76	24	5	3	-
감자 관련	80/16.0	7	8	42	15	6	2
옥수수 관련	160/32.0	7	21	102	14	12	4
콩(대두)관련	99/19.8	11	33	46	7	2	-
쌀 관련	41/8.2	4	6	24	2	5	-
계(건/%)	500/100	41/8.2	144/28.8	238/47.6	43/8.6	28/5.6	6/1.2

동법 시행령 제26조, 제27조, 제32조 및 제33조 (제정 '99.6.30, 개정 '00.5.29)

- 제32조의 규정에 의거 GMO표시조사에 관한 권한을 국립농산물품질관리원장에게 위임 하여 사법경찰관리의 직무를 행할 자와 그 직무범위에 관한 것을 법률 제5조 및 제6조(개정 '00.12.29)로 규정하였다.
- 조사공무원에게 GMO 표시위반사범 수사 사법경찰관 부여 ;유전자변형농산물표시요령고시(농림부고시 제2000-31호, '00.4.22)

IV. GMO의 안전성과 검지 기술

1. 일본의 표시제도

GM식품에 관한 표시가 일본에서는 2001(平成 13)년 4월부터 시작하였으며 이 표시제도는 소비자에 정보를 제공하고자 하는 것이 주목적이므로, 제도에서는 “변환체를 포함하고 있다” “변환체를 분리하지 않았다(혼합되어 있을지도 모른다)” “변환체를 분리하였다(변환하지 않은 것)”와 같은 표시하도록 하고 있으나, 소매업자가 소비자 운동을 의식하여, 변환체를 원료로 한 식품을 취급하고 싶지 않기 때문에 현재로서는 “유전자 변환체는 없다”는 표시만이 실현되고 있다. 유전자변환 식품에 대하여 아무런 생각이 없는 사람도 있으나, 소비자 운동이 일방적인 변환체의 배제로 나타나는 것이 문제라고 보고 있다. 소비자의 불안을 제거하는 노력을 충분히 하지 않았기 때문이라고도 할 수 있으나, 새로운 기술의 싹을 꺾어버리는 것이 아닌가하는 소리도 높아지고 있다. “변환을 포함하지 않음”의 표시를 하기 위하여서는 변환체가 혼입되지 않도록 관리하여 수송할 필요가 있으나, 의도하지 않은 혼입이 일어날 수 있다. 일본에서는 5%까지 허용하도록 하고 있으나, EU는 0.9%의 낮은 기준치를 채택하고 있다. 왜 국가간의 이와 같은 차이가 있는가하는 의문이 있을지 모르나, 일본의 경우 대부분의 대두, 옥수수를 미국으로부터 수입하기 때문에 그 수송조건을 조사

한 현실적인 수치를 설정하였기 때문이다. EU에서는 6년 전부터 표시 제도가 실시되었으나, 이 표시제도에 기초한 표시의 실현은 아직 보이지 않고 있으므로 어느 것이 현실적으로 유효성이 있는 것인지는 추측할 수 있다고 말하고 있다. 이 표시가 적절한가를 조사하기 위하여 일본에서는 농림수산성과 후생노동성이 협력하여 새로운 GM농산물의 검지기술을 세계에서 제일 먼저 개발하여 실제의 표시제도의 시행과 감시가 가능하게 하고 있다. 이 기술은 상품화되고 있는 GM대두, 옥수수에 도입되고 있는 유전자를 특이적으로 그 양까지 검사 할 수 있는 것으로, 분석에 필요한 표준물질을 DNA 플라스마이드(plasmid)로서 공급함으로써 상당히 안정된 측정 결과를 얻게 되었다. 또 이 분석법은 한국에서도 표준분석법으로 사용되고 있다.

2. 안전성에 대한 일본전문 연구자의 견해

GM기술을 사용해서 개발한 농산물은 미국을 중심으로 상품화가 진행되어 엄격한 안전성 평가와 심사를 거쳐 현재에는 세계에서 약 5800만 헥타가 재배되고 있다. 일본에서도 지금까지 후생노동성이 식품의 안전성심사, 농림수산성이 환경과 사료의 안전성 심사를 행하고, 종래의 육종기술로 개발된 농작물과 동등하게 안전하다는 것을 확인하고 있다. 식품으로서의 이용이 인정된 농작물을 <표2>에 표시하였다. 이들은 유전자변환기술이 탄생하기 전에 먹었던 식품이 안전하였다고 생각하면 같은 정도로 안전하고, 같은 정도로 위험도 있다고 주장하고 있다. 왜 절대 안전하다고는 말하지 않는가 하면 안전성에 절대나 100%는 존재하지 않기 때문이다. 어떠한 식품에도 유해물질이 함유되어 있고, 먹는 양, 먹는 방법에 따라 건강에 미치는 것이 다르기 때문이다. 그러므로 상품화 되어 있는 유전자 변환 농작물은 현재까지의 지식과 과학기술의 힘을 구사하여 안전성 평가가 행하여졌고, 세계 각국에서 개별적으로도 심사하여 지금까지 사용된 식품과 같은 수준으로 먹어도 문제가 없는 것으로 판단된 것이다. 불안을 부

표 2. 일본에서 식품용으로 상품화가 가능한 GM농작물의 현상

GM농작물 종류(55건)	개발국(개발기업)	일본 이외 상품화 가능한 국가
제초제의 영향을 받지 않는 대두	미국(monsanto)	미국, EU
제초제의 영향을 받지 않는 대두(2종)	미국(bayer)	미국, 캐나다
올레인산 고생산 대두	미국(dupont)	미국, 캐나다
제초제의 영향을 받지 않는 옥수수(5종)	미국(bayer)	미국, 캐나다, EU(일부)
	미국(monsanto)	
	미국(dekalb)	
해충(모기류)에 강한 옥수수(3종)	미국(syngenta)	미국, 캐나다, EU(일부)
	미국(monsanto)	
해충(모기류)에 강하고 제초제에 영향을 받지 않는 옥수수(8종)*1	미국(dekalb)	미국, 캐나다
	미국(monsanto)	
	미국(dow)	
	미국(syngenta)	
해충(갑충류)에 강한 감자(2종)	미국(monsanto)	미국, 캐나다
해충(갑충류)에 강하고 바이러스에 강한 감자(6종)	미국(monsanto)	미국, 캐나다
제초제에 영향을 받지 않는 사탕무(3종)	미국(bayer)	미국, EU일부
제초제에 영향을 받지 않는 유채(13종)	캐나다(monsanto)	미국, 캐나다(일부)
	캐나다(bayer)	
제초제에 영향을 받지 않는 용성불염 유채	캐나다(bayer)	캐나다, 미국, EU
제초제에 영향을 받지 않는 임성(稔性)회복 유채	캐나다(bayer)	캐나다, 미국, EU
제초제에 영향을 받지 않는 목화(4종)	미국(calgene)	미국, 호주
해충(모기류)에 강한 목화(3종)	미국(monsanto)	미국, 호주
해충(모기류)에 강하고 제초제의 영향을 받지 않는 목화(2종)*2	미국(monsanto)	

*1: 4종은 이미 안전성 심사를 마친 해충(모기류)에 강한 옥수수와 제초제의 영향을 받지 않는 옥수수의 stock교배종
 *2: 완전히 안전성 심사가 완료된 해충(모기류)에 강한 목화와 제초제의 영향을 받지 않는 목화의 stock 교배종

채질하는 책이나 미디어의 정보가 많으나 이들의 근거는 거의 불확실성을 전제로 하고 있다고 언급하고 있다.

V. GM농산물의 개발과 수입유통 현황

1. 개발현황

- 우리나라는 GM 농산물이 개발·보급된 사례가 없으며, 벼 등 주요 식량작물에 대해서는 정부

가 직접 GMO아닌 종자를 개발하여 농가에 보급하고 있다.

- 2001. 5 ~ 8월 전국 주요 콩, 옥수수 재배 포장에 대하여 GMO 여부 실태조사결과, 국내에서는 GMO가 재배되지 않는 것으로 확인되었다.
- 다만, 수입농산물의 수송 중 낙곡발생, 불법종자 등으로 국내재배 가능성을 완전히 배제할 수는 없다.
- 현재, 농진청 등에서 14개 작물 35종에 대하여 연구가 진행 중에 있으며, 온실 및 포장검정의

실용화 단계에 4작물(벼, 밀, 배추, 감자) 13종이 있다.

2. 수입·유통상황

- 지난해 상반기까지는 GMO가 별도 구분유통되지 않아 GMO 수입량 파악은 어려운 실정이었으나, 2001년 7월 식품위생법 시행규칙의 개정으로 수입식품 신고할 때 GMO 표시여부를 기재토록 하여 현재는 수입·유통 상황 파악관리가 가능 하다.
- 2001년도 콩·옥수수 수입현황
 - 콩 총 수입량 : 1,315천톤 (식용 268, 사료용 1,047)
 - a. 미국산 1,136천톤 (전체의 86.4%)
 - b. 식용 268천톤 : 유통공사 178, 실수요업체 42, 고율관세(TE) 48
 - c. 사료용 1,047천톤 : 실수요업체에서 수입, 사용
 - 옥수수 총 수입량 : 8,629천톤 (가공용 2,167, 사료용 6,462)
 - a. 미국산 3,355천톤 (전체의 38.9%)
 - b. 가공용은 가공업체에서 직수입·가공판매, 사료용은 사료업체에서 직수입하여 사용
 - 실제 GMO 표시대상이 되는 콩 "TE물량 48천톤" 및 "유통공사 수입·판매량 178천톤"을 중심으로 관리 (농산물품질관리법 제16조에 의한 GMO 표시대상은 판매목적의 농산물임)

3. 표시의 주요내용

- 개요
 - 표시 의무자 : 표시대상품목의 유전자변형농산물을 판매하는 자
 - 대상품목 및 시행시기 : 콩, 콩나물, 옥수수는 2001.3.1부터 (감자는 2002.3월부터)
- 표시기준
 - ① 유전자변형농산물 : "유전자변형 (농산물명)"으로 표시

- ② 유전자변형농산물이 포함된 경우 : "유전자변형 (농산물명) 포함"으로 표시
- ③ 유전자변형농산물의 포함가능성이 있는 경우 : "유전자변형 (농산물명) 포함가능성 있음"으로 표시
- 비의도적 혼입허용치 : 3%
 - ※ 구분생산·유통관리 증명서를 갖추고 3%이하 포함된 경우 "포함" 또는 "포함 가능성" 표시면제, 유전자변형농산물이 아님은 자율표시
- 표시위반시 처벌기준
 - 허위표시 : 3년 이하의 징역 또는 3천만원 이하의 벌금
 - 미표시, 표시기준·방법 위반, 조사거부 방해·기피 : 1천만원 이하의 과태료
- 조사 및 검정기관 : 국립농산물품질관리원
- 표시의무자의 지도·단속 강화
 - 미표시 및 GMO 아님 표시품에 대한 사회적 검증확인 강화
 - 판매현장 속성검정 확대 및 스티커·표시말 붙여주기 등 지도·단속지속 추진
- GMO 검정 전문인력 양성 및 해외 정보수집 분석
 - 외국의 검정 인증 프로그램 적극참여
 - 외국의 검정기술 연수 및 표시제 동향조사 등 정보수집 강화
- 수입농산물의 유통관리 철저
 - 관세청 EDI 시스템 및 식약청 수입신고 자료 등 수입농산물 수입동향 분석 관리
 - TE 콩 등 수입농산물 검정 및 유통과정 추적 조사 강화
- 조사의 신뢰성 제고를 위한 소비자 참여확대
 - 지도·단속시 소비자단체 명예감시원과 합동조사 확대 실시
 - 소비자 및 환경단체 등에 대한 간담회 개최
- 표시제에 대한 교육·홍보 강화
 - 홍보물 제작 배포 등을 통한 홍보
 - 지역 TV, 라디오, 신문, 유선방송 등을 통한 적극적인 홍보 추진
 - 표시관련 업계, 단체, 유통종사자에 대한 교육추진

VI. 유전자 변환농산물의 고감도 정량 분석법을 개발

(일본 총합식품연구소와 관련 기관이 세계 최초로 개발한 방법:特開2001-136983)

1. 개요

유전자변환 농산물(GMO)의 분석방법에는 GMO가 단순하게 혼합되어 있는가 어떤가를 판정하는 유무판정의 정성분석법과 혼합율을 판정하는 정량분석방법이 있다. 측정의 대상이 되는 콩이나 옥수수로부터 DNA를 추출·정제하여 PCR라고 부르는 방법으로 목적하는 DNA를 증가시킨 후 측정하는 것이 일반적이다.

정량분석에서는 PCR법으로서 증폭시킨 DNA의 양으로서 GMO 혼합율을 계산하는 관계식을 미리 만들어 두는 것이 필요하다. 그 때문에 순수한 유전자변환 농작물의 DNA가 필요하게 된다. 따라서 순수한 유전자변환 대두 또는 옥수수를 각각의 품종마다 안정적으로 입수하는 것은 상당히 곤란하여 현재 매우 제한적인 분석기관에서만 유전자변환 농산물의 정량분석이 가능하다. 더욱이 유전자변환 농산물에도 변환 옥수수는 품종이 많고, 변환된 유전자종과 그 수가 각각 다르므로 정확한 정량분석이 거의 불가능하게 되어 있다. 그 때문에 많은 분석기관에서는 복수종의 변환 옥수수에 공통의 변환유전자를 정량하여 혼합율은 대표적인 품종으로 환산하여 구하고 있다. 이를 극복하기 위하여 일본 식품총합연구소 생물기능개발연구소에서는 GMO의 각 품종유래의 DNA를 연결하여 조합한 표준분자(플라스미드(plasmid):염색체의 유전결정 인자)를 세계에서 최초로 새롭게 만드는데 성공하였다. 이 표준분자는 대장균 내에서도 간단히 증식이 되기 때문에 안정적으로 공급이 가능하며, 키트(kit)화 등으로, 여러 분석기관에 공급하여 유전자변환 농산물의 식별 분석을 편리하게 할 수 있게 하였다. 또 많은 농산물에 공통적으로 함유된 DNA를 이 표준분자에 연결시키므로 매우 정밀한 분석이 가능(0.1%의 혼합가

지 측정가능)하게 되었다. 이 개발방법에 의해 동일한 표준분자를 사용하여 5종류의 GMO 옥수수의 개별적인 정량측정이 가능하므로 종래의 환산법 보다 정확한 혼합율을 구할 수 있게 되었다.

본 분석방법은 농립수산성 식품총합연구소, 아사히맥주주식회사, 일본제분주식회사 등은 대두나 옥수수 등의 유전자변환농산물(GMO)의 혼합율을 산정하는 새로운 정량분석법으로서 공동특허출원을 하였다(공개번호: 特開2001-136983).

본 기술은 유전자변환 농산물의 표시제도실시에 동반하여 실태조사, 비전환원료의 품질평가 등의 품질관리향상에 공헌 할 수 있는 정량분석법으로 유효하게 활용될 것을 기대하고 있다.

2. 구체적인 기술내용

DNA의 직접관찰이 가능한 주사형(走査型) 광(光) Prove원자간력(原子間力)현미경(SNOM/AFM)이라고 명명된 이 현미경에 의하여 관찰이 가능하다.

이는 생명체 세포의 DNA배열을 전부 읽어서 그 위의 각각의 유전자에 대한 특정(特定)의 기능을 확인하는 것이 최종의 목표이다. 그러나 연구의 목적에 따라서는 전부의 유전자를 해독(解讀)하지 않아도 유전자의 위치나 순서, 수(數), 유전자끼리의 거리 등을 먼저 알아서 유전자의 해석에 매우 중요한 정보가 된다. 이와 같은 것의 확인을 위하여 지금까지는 DNA를 슬라이드 그라스위에 늘어뜨려 유전자의 위치를 형광색소로 발현시켜 그 위치를 직접 광학현미경으로서 측정하는 방법이 있었다. 그러나 광학현미경으로는 원리적으로 1 μm 이하의 영역을 미세하게 관찰하는 것은 불가능 하였다. 1분쇄(一本鎖)DNA와 2분쇄(二本鎖)DNA^(*)를 구별하는 것이나, 유전자의 위치를 정확히 검출하는 데는 분석능력에 한계가 있어 만족할 수 있는 수준이 되지 못하였다.

주): DNA자체는 많은 염기가 일렬로 배열한 것이 2분 나선상으로 얽혀서 직경 약 2nm의 소위 "2중나선" 구조를 가지고 있다. 엄밀하게는 1분의 염기배열을

1분쇄 DNA, 2중 나선구조인 보통의 DNA를 2분쇄 DNA라 부른다.

금년에 개발한 이 주사(走査)형 광프로브-부 원자간력(光Prove原子間力) 현미경(SNOM/AFM, Scanning near-field optical/atomic force microscope) <그림1>을 사용하여, 1분쇄 DNA와 2분쇄 DNA의 식별<그림2>과 함께 DNA위의 유전자위치를 직접 나노수준(n:10억분의1메타까지, 대장균의 1천분의 1까지)으로 측정할 수 있는 것<그림3>을 세계최초로 성공시킨 것이다.

또 형광색소를 1분자마다 나타나게 하여 검출하는 것<그림4>도 가능하게 하였다. SNOM/AFM은 주사형(走査型) 터널현미경(STM)의 발전형으로서 시료의 형과 시료에 결합된 형광색소를 동시에 나노레벨(Na·no-level)에서 계측이 가능한 장치이다. 일본 농림성 식품종합연구소, 일본원자력연구소, 세이코 인스트루먼트 주식회사와 생물계특정산업기술연구기구는 공동으로 이 SNOM/AFM의 개량, 직경

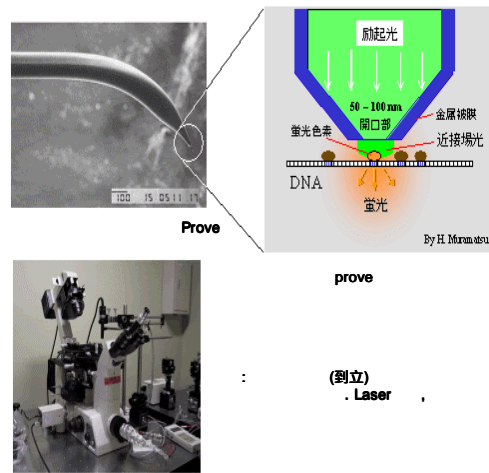


그림 1. 주사형(走査型) 광prove 원자간력(原子間力) 현미경(SNOM/AFM)의 원리 (광 Fiber제 탐침(prove)으로서 빛의 정보를 나노 수준까지 계측하는 기술: 50~100nm정도의 spot조명으로서 물체를 보는 것에 상당)

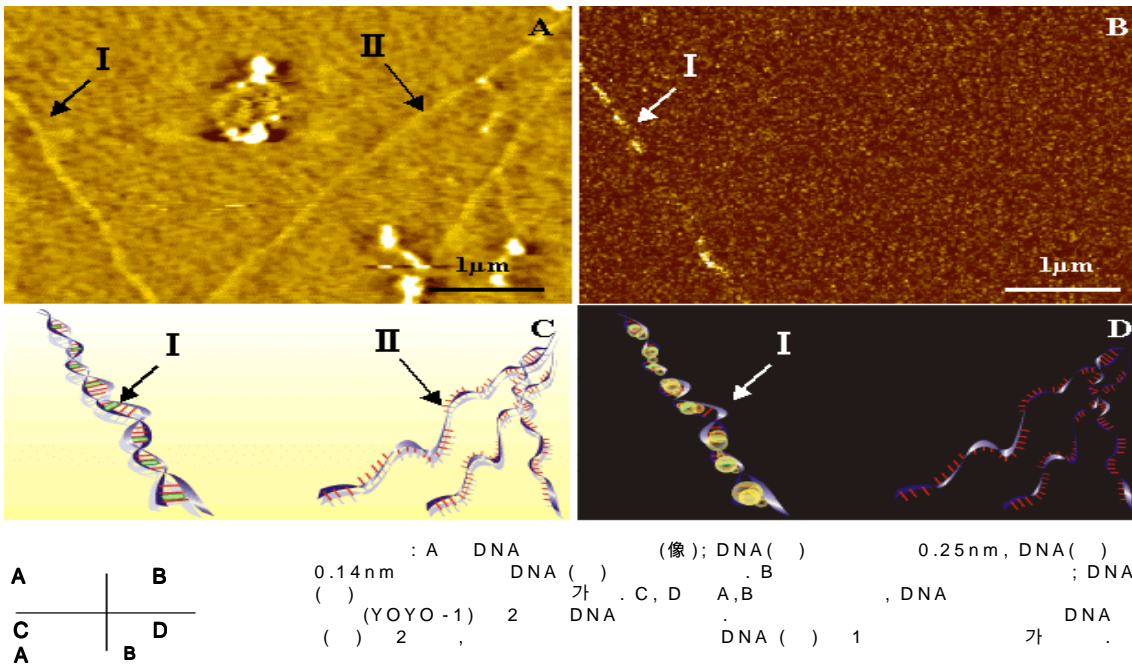


그림 2. 주사형(走査型) 광 prove 원자간력(原子間力) 현미경(SNOM/AFM)에 의한 1분쇄 DNA와 2분쇄 DNA의 구별

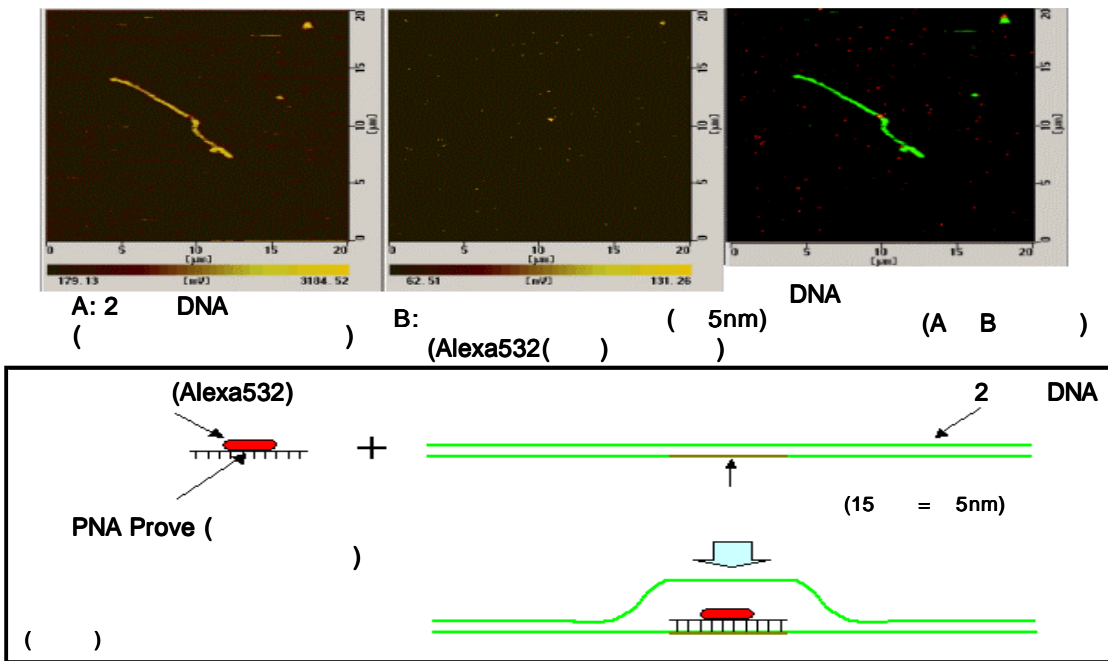


그림 3. SNOM/AFM에 의한 DNA위의 유전자의 검출

2nm의 DNA를 고정하는 방법, DNA상의 유전자에 확실하게 형광색소를 붙이는 방법 등의 개발을 행하여 상기의 성과를 달성하였다. 구체적으로는 회전하고 있는 운모판의 중심에 DNA를 함유한 액적을 떨어뜨려 원심력으로 DNA를 늘어뜨린 후 다시 고정한다. 다음에 예리한 끝을 가지는 광(光)섬유제의 탐침(探針:Prove)으로서 그 위를 덧 쉬워서 DNA의 형(形)과 광(光) 정보의 양쪽을 컴퓨터에 입력한다.

입력된 정보를 컴퓨터 내에서 각각 형의 상(像)과 형광의 상(像)으로 나누어서 화상화(畫像化)한다. 이 때에 2분쇄 DNA에만 결합하는 색소를 사용하면 1분쇄DNA의 형상(形狀)은 보이나 형광(螢光)상은 보이지 않는다. 반대로 2분쇄 DNA는 형상상(形狀像)과 형광(螢光)상의 양쪽이 보여 2분쇄 DNA인 것을 확실하게 알 수 있다. 종래의 형상상(形狀像)만의 계측에서는 높이나 굵기에 차이가 적기 때문에 1분쇄와 2분쇄 DNA의 판별은 상당히 어려웠다(그림2). 이 방법은 밝은 형광색소 (Alexa532)가 결합된 특수한 검출용 형광표지(PNA:Peptide nucleic

acid)Prove를 개발하여 사용함으로, 처음으로 DNA상(像) 유전자의 위치 검출을 가능하게 하였다(그림3). 이것에 의해서 표지(標識)된 유전자가 1개소에 존재하여 긴 DNA상의 특정의 위치에 실제로 존재하는 것을 눈으로 확인할 수 있게 되었다. 이 검출이 가능하게 된 것은 나노 레벨(n-level) 이하에서 장치제어 기술의 향상, 광fiber 탐침(探針)의 개량 및 각 연구결과를 서로 잘 융합한 것이 큰 요인이 된 것이다. 장치의 개량에 의해서 단 분자의 형광색소가 발광하는 매우 약한 빛을 포착할 수 있게 된 것도 중요한 기술적인 뒷받침이 되고 있다(그림4).

앞으로 이 기술을 더욱 개량하므로 현재는 DNA 배열로부터 컴퓨터에 의해 계산되고 있는 유전자의 순서나 수(數), 또는 유전자끼리의 거리가 눈으로 직접 확인될 수 있게 된다. 최종적으로는, 신속하게 필요한 특정의 유전자를 직접 해석할 수 있는 방법을 확립하고자 하는 생각을 하고 있다. 이를 위하여 더욱 간단히 유전자의 위치가 검출될 수 있는 연구

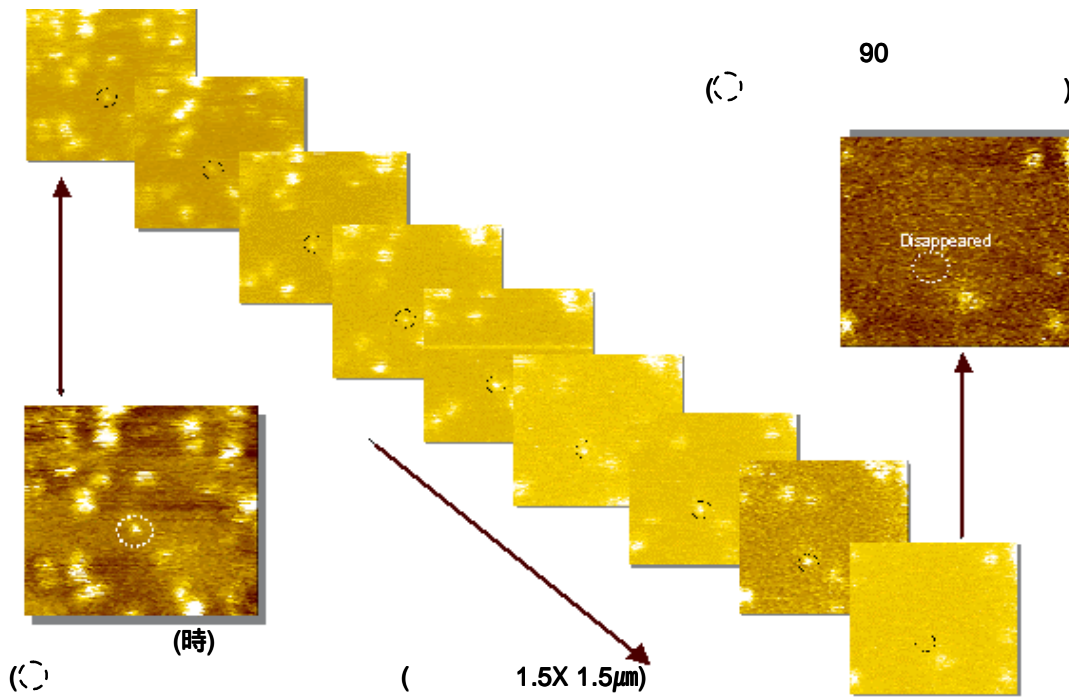


그림 4. SNOM/AFM에 의한 형광색소(Alexa532)단분자의 검출

를 진행함과 동시에 정밀도 향상이나 염색체상의 유전자 검출 등의 기술개발도 진행되어가고 있다.

본 연구는 생물계특정산업기술연구 추진기구의 기초연구추진사업“나노 FISH법의 개발”(평성11-14년)에 의해 수행되고 있는 것이다.

VII. 참고문헌

1. 日野 明寛: 유전자조환 식품의 안전성평가와 검지기술: 공개강연회자료, 독립법인 식품종합연구소, 독립법인 국립건강 영양연구소, 平成15년.9월.26.
2. <http://www.nfri.affrc.go.jp/research/press/011128>; 遺傳子組換え農産物の高感度定量分析法を開発, 平成12년 11월
3. <http://www.nfri.affrc.go.jp/research/press/020313.htm>. 新型顯微鏡で DNAの直接觀察が可能に, 平成14년3月13日.
4. <http://www.naqs.go.kr/> GMO표시
5. <http://www.kisti.re.kr/> DB-BIST