일본의 식품관련연구소 연구동향

남 영 중
쌀이용연구센터

내가 지난해 10월에 한달기한으로 가 있었던 輕部(가루베,Karube)연구실은,말하자면 가루베교수를 정점으로 운영되는, 東京대학 부설 先端科學技術研究센터 (先端研)의 여러분야 연구 group중의 하나이다. 나는 이 가루베연구실을 근거로 하여 처음 3주간은 이 연구실이 전문으로 집중하여 추구하는 biosensor분야의 몇가지 기본센서의 원리와 제작과정을 실습을 통하여 경험하고, 나머지 한 주간은 몇몇 다른 식품관련연구소들을 견학하였다. 즉 일본농림성산하 食品總合研究所, Kirin Beer(주)의 基盤技術研究所, 일본국립예방위생연구소(식품위생미생물부),대학의 다른 연구실 (동경대학 농학부)등을 견학 하였으나, 여기서는 先端研, 食品總合研究所, 基盤技術研究所를 중심으로한 견문을 기록하고자 한다. 日本에서 先端研은 대학연구소의 대표격이라 할만 하며, 食品總合研究所, 基盤技術研究所도 각각 정부, 기업의 식품관련연구소로서 대표적인 존재들이라 할 수 있다.

표제가 말 하듯이 여기서는 내가 가본 연구소의 그들이 어떤 연구내용에 관심을 두고 있는지 알아보고자하며, 그러나 동경대학 先端科學技術研究센터 이외의 연구소들에 대하여는 그 같이 짧은시간에 깊게 살펴보았다고 내 세울만 한것도 못된다. 그러나 食品總合研究所는 내가 가본 다른 연구소들과는 달리, 일의 대상과 관심분야가 일치한다고 볼 수 있어, 듣고 보고 수집한 자료를 사용하여 가능한한 자세히 기록하고자 한다.

과거 초년병 시절에 기술연수차 일본에서 생활한 적이 있고, 그 후에도 서너 차례 일본을 다녀온 경험 때문에, 일본의 과학기술을 대하는 내 나름대로의 견해와 시각을 가져보려고 하여온 터이기는 하나, 그러나 내가 어찌 감상이니, 평가니 하며 거드럼을 피우겠는가. 그곳의 현황과 더불어 그저 그들이 추구하는 연구경향을 간추려 내가 가본 범위내에서 기록하여 보고자한다.

그럼에도 불구하고 그들이 달성한 빛나는 결과들 안에 숨어 있는 과학하는 마음과 태도를 내 나름대로 생각하여 보고 느낀바가 있어서, 무리인줄 알면서 여기에 조금 곁들여 보고자 한다.

1. 先端科學技術研究센터

先端研- 우리말로 표현하면 尖端研-은 없는 가운데서 생겨난곳은 아니라고 한다. 2차대전당시에는 항공, 전파등 전쟁을 위한 병기에 관한 연구를 하였으나, 전후에는 군수산업이 아닌 민수산업

기술로의 전환기를 맞게 되었으며, 이런 상태를 집결하고 정돈하여 재출발한것이 先端研이라고 한다. 그러나 先端研은 이전의 어떤 연구소와는 연관이 적은 신생 연구소이며, 東京大學의 부설 연구기관이면서 대학원대학의 형태를 취하고 있다. 이 연구소에서 활동하고있는 교수들은 각 전문분야에서 활동이 왕성한 뛰어난 과학자들을, 출신학교에 구애됨이 없이, 초빙유치하여 조직된 것이라고 한다.

이 先端研은 머지않아 닥아올 21세기에 대비하고 과학기술의 발달로 인하여 예상되는 엄청난 변화에 대응하고, 또한 대학을 개혁하여야 한다는 시대의 조류를 수용하여, 일본과 동경대학이 어떤 야심 밑에서 1987년에 발족한 과학기술계 연구기관으로, 겨우 8년의 역사를 가질 뿐이다. 이와같은 짧은 역사에도 불구하고 꽤 높은 국제적인 명성과 자국 사회의 신뢰를 받는 연구소로 성장하였음은 자타가 인정하는 바가 되었다.

이 先端科學技術研究센터가 위치하는 곳이 코마바(駒場)라는 지역이며 그래서 동경대학의 코마바 캠퍼스는 말하자면 대학원 중심대학으로서, 일종의 과학연구단지를 이루고 있는 곳이다.

우선 이 연구소의 구성과 조직을 개괄하여보고자 한다. 연구현장에는 어디서나, 언제나 교수의 책임하에, 교수가 중심이되어 연구활동이 이루어지는 명실공히 연구교수중심제이며, 그 다음은 모두가 교수의 연구활동을 원할하게 하는 지원을 위하여 존재할 뿐, 어디의 관리를 받거나, 혹은 불필요한 간섭으로부터 보호되어 있다고 할 수 있어, 교수의 활동은 자유롭다. 다만 다수의 용역건수를 통한 연구업적이 그들의 가장 큰 관리자인 셈이며, 그들의 의욕을 자극하는 동기가 된다고한다.

각 교수 연구실을 묶어서 大部門으로 하고 있는데, 尖端材料大部門 (Advnaced Material Departement), 尖端디바이스大部門 (Advanced Devices Department), 尖端시스템大部門 (Advanced System Department), 사회 과학大部門 (Socio-technological Department)의 4개 大部門이 그것이다. 그 밖에 연구지원시설로 風洞實驗棟(Wind tunnels), Process cemter, 생체기능분자설계 합성센터(Research center for Design and Synthesis of Biofunctional Molecules), 바이오클린實驗棟(Bio-clean Room)등이 있다.

① 첨단재료대부문에는 화학인식기능재료(Chemical Recognition Materials), 포토닉재료(Photonic Materials), 지구환경물질과학(Global Environmental Material Science), 분자정보기능재료(Molecular Information Material Science), 高信賴性材料 (High-performance Materials)가 基幹분야로서 포함되며,

② 첨단디바이스대부문에는 광디바이스 (Optical Devices), 생체계측 (Biomedical Devices), 고속전자기능디바이스 (High-speed Functional Devices), 극소디바이스 (Quantum Microstructure Devices), 정보물리시스템 (Cybernetic Systems), 바이오센서 (Biosensor and Bioelectronics)가 基幹분야로 포함되며,

③ 尖端시스템大部門에는 도시환경시스템(Urban Environment Systems), Biomechanics, 생명지능시스템 (Intelligent Cooperative Systems), 미소제조과학 (Nanometer-scale Manufacturing Science)이 포함되며,

④ 社會 科學技術相關대부문에는 과학기술산업상관 (Science & Technolgy and Industry), 정보기술사회상관 (Information Technology and Society), 과학기술과 사회적가치 (Science, Technology and Social values)가 포함된다. 내가 가 있었던 가루베(輕部)연구실은 대학원 첨단學際工學 협력강좌 18개분야중 종합첨단디바이스학(Advanced Devices)에 포함되는 바이오센서분야 전담연구실로 자리잡고있다고 서술된다.

가루베연구실의 소속원은 교수를 포함하여 모두 83명이다.(Staff 12, Japanese Research Associate 7, Foreign Research Associate 5, Graduate Student 33 (Foreign Student 7) Undergraduate Student9, Research Fellow(compa-

ny) 17).

이 연구실은 '생명기능의 공학적응용'이라는 주제하에 biosensor와 biochip을 포함하는 bioelectronics, 단백질공학, 생체기능분자의 설계 및 합성, 지구환경, energy관련문제등의 분야를 취급하는 연구실로서, 각가지 기술애로와 연구개발 업무, 이 분야 각양각색의 가능성에 대한 도전과 동기들로 인하여, 연구분위기는 활성화 되고, 고조되어 있다고 하겠다. 공동연구자에 대한 문호가 개방되어 있으며, 이에 따라 위에 기록한 바 처럼, 국내외로부터의 많은 학생과 객원 연구원을 포함하는 수 많은 연구자들이 끊임없이 이 연구실을 찾아드는것이 아닌가 생각되었다. 관심분야와 내용을 요약하여 설명하면 다음과 같다.

가. Bioelectronics

① Biosensor의 개발

Biosensor관련 관심분야를 열거하면 아래와 같다.

- ○ Micromachining 기술을 이용한 微小bio-sensor
- ○ 땀중의 유산에 착안한 疲勞度sensor
- ○ 미생물이나 化學發光法을 이용한 cyanide sensor
- ○ 壓電素子를 이용한 香臭sensor
- ○ 압전소자와 항체를 결합한 농약sensor
- ○ 미생물을 사용한 계면활성제sensor
- ○ Thermistor를 사용한 뇨중의 glucose sensor
- ○ 스크린 인쇄기술을 이용한 glucose sensor
- ○ 화학발광법에 의한 plankton sensor
- ○ 식품용 선도sensor

② Biochip에 관한 기초연구

- ○ 기억소자, 연산소자

나. 생체기능분자의 설계와 합성

① 인공효소의 설계와 합성

천연효소는 기질에 대한 특이성이 높으나 일반적으로 고가일뿐 아니라 실활되기 쉽고 또한 온화한 조건하에서만 사용할 수 있는 제한이 있다. 이러한 천연효소의 문제점을 극복하고, 장래 biosnsor의 활용범위를 확대하기위하여 천연효소단백질의 구조와 활성 간의 상관관계를 구명하고 활성부위에 유사한 구조를 설계, 합성, 이에 대한 기능을 평가하여 효소기능을 인공적으로 실현함을 목표로한다.

② Molecular imprinting법에 의한 인공단백질의 설계와 합성

유기합성을 기초로한 인공효소의 합성에 있어, 특이적인 기질친화성을 가지는 기능성 polymer를 사용하여 합성하는 방법이 알려져있다. 이 방법은 기질분자를 취하므로 molecular imprinting이라 하며, 이 연구실에서는 이 molecular imprinting 법을 이용하여 기질 특이적인 인공효소나 인공receptor를 실현함에 목표를 두고있다.

② 단백질공학

유전자組換기술을 바탕으로한 단백질공학이 주목되는 분야로 대두되었다. 이 연구실에서는 미생물에 의한 수소생산에 관심을 두어 오고 있으며, 미생물 수소생산세균의 분자육종과 관련,연구를 수행하고 있다.

④ Bioreactor의 연구개발

현재 가수분해 효소를 사용, 유기용매중에서 다당류의 분해와 관련한 연구를 수행하고 하고있다.

유기용매중에서 고중합도 올리고당을 효율적으로 얻는방법에 대한 연구

- ⓐ 非水系 bioreactor
- ⓑ 합성용 bioreactor

⑤ 해양 biotechnology

해양생물이 가지는 유용한 기능의 고도 이용을 목적으로 해양생물이 생산하는 생리활성 물질이나 효소의 탐색, 또는 어류의 분자육종,관련 지원 기술의 개발, 심해생물기능의 해명과 응용등 해양자원이용에 관한 연구를 수행하고 있다.

또한 지구온난화의 원인인 이산화탄소를 해양 미세조류에 의하여 효율적으로 고정화는 방법등을 연구하고 이다.

이상은 가루베연구실에 한정하여 설명된 것인데 나머지 17개의 연구실에서도, 물론 그 정도를 일률적으로 표현하기는 어려우나, 그 규모와 분주함, 활발함이 이 연구실과 비교하여 대등한 수준이라고한다.

2. 農林水産技術會議

쯔꾸바학원연구단지에는 국립연구기관 50개소 민간연구기관 200개소 대학연구기관 3개소가 입주하여 있으며 이 중 농림수산관련 연구기관은 11개소로, 인원이 2600명가량 된다고 하였다. 이 연구소들을 총괄하여 행정적으로 지원하는 곳은 農林水産技術會議(事務局)라는 기관이라고 한다.

내가 직접 이 기관을 방문하지는 않았으나, 食品總合研究所를 포함하는 식품관련연구사업의 많은 財源이 이 기관으로 부터 연유되는 것이며, 연구예산의 구성과 배분도 이 農林水産技術會議라는 기관을 중심으로 이루어 진다고 한다. 여기에 농림수산기술회의財源의 연구유형과 내용을열거한다.

가. 經常연구

연구비의 구성을 잠시 소개하면, 크게 두 부류로 나누어지는데 經常연구와 프로젝트연구가 그것이다. 「경상연구」의 대상은 연구활동의 基幹이 되고 과학기술의 胚芽에 해당되며 광범위한 기술수요에 부응하는 연구이다. 1993년도 經常연구비 예산은 45억엔.

나. 프로젝트연구

「경상연구」이외의 연구과제는 「프로젝트연구」의 범위에 다 포괄된다. 프로젝트연구에는 특별연구, 일반별정연구, 대형별정연구, 종합적개발연구, 바이오텍크놀로지첨단기술개발연구등으로 분류된다. 농림수산기술회의가 과제를 설정한다.

① 특별연구

「경상연구」로는 해결이 어려운 규모로서 정부로부터의 요청정도가 강한분야, 신기술개발의 촉진이 요망되는 연구. 과제당 연구비예산 2-3천만엔/년. 93년도 예산 4.7억엔/20개 과제. 연구추진기간 3-4년.

② 일반별정연구

「특별연구」와 대개 동일하나, 연구규모가 월등히 큰것, 보급효과가 크다고 판단되는것, 강력한 연구 추진이 요망되는 연구. 과제당 연구비예산 1-2억엔/년. 93년도 예산 6.2억엔/5개과제. 연구추진기간 5-7년

③ 대형별정연구

차세대를 염두에 두고 전망하는, 장기적 시각에서 중요문제의 해결에 필요한 신기술의 확립 및 연구수준의 비약적인 향상을 목표로 함. 都道府縣, 대학, 민간등과의 조직적 공동체제하에 대규모로 추진. 과제당 연구비예산 4-5억엔/년, 93년도 예산 13.2억엔/3개과제. 연구추진기간 10년정도

④ 종합적개발연구

정부의 긴급한 요청에 따라 광범위한 분야에 걸친 기술개발을를 여러 연구기관이 조직적, 체계적으로 공동연구. 과제당 연구비예산 1-4억엔/년. 93년도 예산 8.6억엔/3개과제. 연구추진기간 10년이내.

⑤ 바이오텍크놀로지 첨단기술개발연구

바이오테크놀로지첨단기술분야에 있어서의 획기적 신기술 개발, 장기적으로 이 분야 중심이 될만한 분야의 기술개발 과제. 과제당 연구비 예산 1-4억엔/년. 93년도 예산 8.6억엔/5개과제연구추진기간 10년 정도.

3. 食品總合研究所

일본의 식품관련연구소들 중에, 국가 연구소와 출연연구소라는 차이가 있으나, 한국식품개발연구원과 가장 유사한 연구소는 農林水産省 食品總合研究所일것이다. 업무와 역활이 유사하여 우리에게 관심과 참고의 대상이 되어 왔으며 내왕이 잦은 곳이어서, 우리 연구원 누구에게나 잘알려진으로 되어 있다. 쓰꾸바단지로 이전하기 이전을 포함하여 내가 食品總合研究所를 방문하기는 이번이 세번째

이다. 그러나 무슨 연구를 어떻게 하고 있는지 변화무쌍한 연구경향을 조금이라도 더 알아보고자 하여 굳이 찾아가 보았다.

가루베(輕部)교수의 주선과 약속으로, 나에게 이 연구소의 현황설명과 안내를 하여 준 사람은 식품이화학부장으로 있는 鈴木 建夫박사였다. 鈴木박사는 한국식품개발연구원을 금년(1994년)에 방문한적이 있다고 하면서, 연구소 안내를 마친뒤에는 두 식품연구소간의 기능비교와 더불어 서로의 개선점을 지적하고 견해를 말하여 주기까지 하였다.

이 食品總合研究所에 대한 일반적인 사항은 이미 우리에게 잘 알려져 있을 것으로 보고 최근의 연구성과와 더불어 食品總合研究所의 최근연구과제는 주로 어떤것인지 살펴보고자 한다.

일본의 식품관련 연구소에는 都,府,縣의 시험연구기관의 부분기관을 포함하는 여러 연구기관과 크고 작은 민간기업의 연구소들이 있으나, 食品總合研究所가 그 중심에 위치하며, 뚜렷한 연구업적들로 기반이 튼튼히 다져져 있다고 보여졌다. 食品總合研究所의 인원은 연구직 111명을 포함하여 모두 139명으로 1992년 이래 변화가 없다고 한다. 1994년의 전체예산은 19억엔 정도이며 이중 인건비 예산은 10억 5천만엔,나머지 8억5천만엔은 사업비라고 하였다.

가. Biomass자원의 이용

대부분을 차지하며 가장 대표적이라 할 대상 biomass자원은 전분과 cellulose였다. 전분으로 부터는 이에 적합한 특수 amylase를 사용한 maltooligosaccharide, cyclodextrin등 식품 또는 의약품소재, 또는 *Clostridium*속균을 이용한 알콜생산, *Chalara*속유래의 amylase에 의한 glucose(감미료, 의약품, 화학원료)의 생산, 이로부터 isomerase에 의한 이성화당, 당 알콜(신감미료) 또는 고정화 *Zymomonus mobilis*에 의한 알콜의 생산.

그 밖에 농산 또는 임산 biomass로 부터의 신소재, cellooligosaccharide, *Robillarda*속 유래의 cellulase에 의한 glucose의 생산. 이와같은 일련의 연구업무를 그들은 biomass의 고도이용(고차적이용)이라 하였으며, 이로부터 발군의 특허들을 만들어 낸 아주 중요한 근원이 된 것이다. 鈴木박사 설명에 의하면 일본의 정부연구기관중에 특허보유건수가 가장 많은 연구소가 食總研이라 하였다. 이중 erythritol은 생산량이 100만톤에 이르며, 그 대부분이 食總研의 특허기술로 생산된다고 하니, 이에 따른 일본뿐 아니라 해외로부터의 기술료는 대단히 큰 금액일 것으로 추정된다.

이 erythritol보다 더 잘 알려진 食總研의 특허는 이성화당 생산과 관련한 isomerase에 관한 것으로 세계적인 특허로 유명하여, 그 영향력에 있어서 erythritol관련 특허에 못지 않다고 하였다.

중요한 biomass자원의 하나인 대두단백질의 유전자 구조를 해명함으로써 대두의 품종개량에 이용하도록 하였으며 *E.coli*에 cloning하여 미생물로부터 대두단백질의 생산을 가능하게 하였다고 하였다. 그러나 식품으로서의 실용화에는 아직도 해결해야할 문제들이 없지 않다고 하였다 (public assessment등).

최근의 연구프로젝트

△ 당질의 구조변환에 의한 고기능성소재의 개발에 관한 종합연구

- -Glucosylase촉매 반응에 의한 당질의 고기능성 소재화('94)
- -효소에 의한 galactosyl전이 및 올리고당합성기작해명('94)
- -Cello-올리고당생성효소계의 해명('94)
- -쌀종자전분분해효소의 활성조절기작해명('94)
- -당질을 부가한 liposome의 조제 및 이를 이용한 기능해석('91-'96)
- -효모세포표층에 존재하는 당쇄리셉터의 구조와 기능의 해명('91-'96)
- -이종효모간 性pheromone의 세포표층리셉터

의 인식기작('91-'96)
- 사상균의 증식억제에 관한 세포벽다당생합성 계의해명('91-'96)
- 생체의 항상성유지에 있어서 당쇄의 역활 해명 (신규올리고당의 생체에 대한 항상성기능 해명)
- 明治製菓('91-96)
(올리고당합성효소의 반응기작해명－林原生物化學研('94)

△ 수요확대를위한 신형질 수도작물의 개발 (Super Rice계획)

- 미립특성에 따른 신형질미의 형질해명('94)
- 단백질의 종류,유전형질과 식미
- 미반의 rheology특성과 식미평가('95)
- 미반의 취반특성과 식미평가('95)
- 쌀의 품질,성분정보의 해석과 종합평가('95)
- 쌀의 신저장기술의 개발('93)
- 신형질미조제기기의 개발('93)
- 省에너지적 알콜변환기술의 개발('92)
- Retort미반의 품질향상기술의 개발('93)
- 미전분의 효소처리에 의한 유용당의 생산기술 개발('92)
- 쌀단백질을 이용한 기능성 펩타이드의 개발('95)
- 쌀 지질로 부터 고부가가치산물의 제조기술개발('95)
- 미강 hemicellulose로부터 유용 올리고당의 생산기술개발('93)
- 신형질미분의 특성평가('95)

나. Biotechnology의 응용

高活性 cellulase생산균, 생전분분해효소생산균, 용균효소생산균, cellulose의 직접알콜변환효소생산균, inulin분해효소생산균등에 관한 연구가 이루어 지거나 수행중에 있다. 이로부터 얻어진 결과들은 위의 biomass고도이용기술 개발에도 유기적으로 활용된다. 또한 유전자조환기술에 의한 각종 유용효소의 cloning, chitosan을 이용한 고정화효소의 제조, 세포융합에 의한 담자균류의 신형질발현, 포자교잡에 의한 내동성 빵효모의 육종 (작업시간을 규칙적으로 조절 할 수 있게 되어 공정개선), 조직배양에 의한 쿠치나시색소의 제조등 다양한 분야에 걸친 기술을 개발하였다고 한다.

앞으로 식품용 효소의 성질을 공업적으로 이용하기에 적합하도록 인위적으로 변환하는 단백질공학 기술이 주목되고 있는 만큼, 이를 위한 기초연구를 추진중에 있다고 한다.

△ 신수요창출을 위한 생물기능,이용기술의 개발에 관한 총합연구 (Bio－renaissance계획, 산업소재개발팀)〈1단계 : '91-'93, 2단계 : '94-'97, 3단계 : '98-2000년〉

- 생분해성 필름의 물리화학적 특성해명
- 미생물polymer합성 효소유전자의 분석과 식물에의 cloning
- 사탕무우를 원료로하는 알콜발효기술의 개발 (한냉지농공복합팀)

〈돼지감자inulin의 고도생산이용기술〉
- 미생물효소에의한 신규 올리고당의 제조기술
- 효소전이반응용 분리형 bioreactor의 특성해명
- 강력amylase에의한 감자전분립의 구조해석 (Biotechnology첨단기술개발연구)

〈식물육종〉
- DNA조작기술의 개발(담자균에의 유전자 직접도입법,'91)
- DNA조작기술의 개발(담자균의 유전자발현과 염색체해석,'92-'95)
- 내염성 벼의 액포막pyrophosphatase의 역활
- 담자균유래의 protein kinase C의 정제와 유전자 단리
- 유전자의 단리 및 구조해석(대두glycinin유전자발현기작해석('95)

(소맥 gluten관련유전자('91)
- DNA조작에 의한 특정함유소재의 개발(기능

성peptide를 이용한 신식품소재 생성,'95)

다. 식품의 품질평가 및 분석법

근적외분광법 (NIR)은 신속, 간편한 정량과 비파괴검사가 가능한 이점때문에 널리 이용하는 방법이 되어 있으나, 정밀도등에서 한계를 드러내고 있음으로, 食總研에서는 이와 관련한 연구 끝에 NIR의 해상력을 종래의 것에 비하여 현저히 향상시킬 수 있게 하였다고 한다.

음파를 이용한 식품의 품질측정법을 개발하였으며, 곡류의 배아부위의 굴곡이 곡류의 품질과 상관성이 있음에 착안하여 CCD video camera와 컴퓨터로 구성된 새로운 측정장치를 개발하였다고 한다.

또한 NMR을 사용하여 식품중의 결합수, 자유수와 같이 서로 다른성질의 물을 비파괴적으로 측정하며, 식총연에서는 NMR에 CT를 연결한 NMR-CT를 사용하여 성분의 분포상태와 함량을 화상을 통하여 측정하게 되었다고 한다. 이 방법은 식품뿐 아니라, 타 분야의 연구장비로도 적용될 수 있을것으로 본다고 하였다.

(최근의 연구 프로젝트)

* 소맥분체의 amylose함량 및 amylose치('94)
* 소맥, 대두全粒의 단백질함량 粒分析法의 개발('94)

라. 식품의 기능성

근래에 식품이 가지는 생체조절기능이 주목을 받고 있으며, 생체조절기능을 가지는 소위 기능성식품에 대한 관심이 높다. 혈압강하기능등 수없이 많은 기능이 있을 수 있으며 이에 관련한 연구나 개발에는 해당기능을 측정하고 평가하는 방법의 정립이 무엇보다도 선행되어야 할 요긴한 일이다. 화학적인 방법과 더불어 동물실험법, 동물세포를 사용하는 평가법등을 사용하고 있으며, 그 적용예를 열거하면, 혈압상승억제효과, 암을 예방하는 항변이원 효과, 당뇨병 예방효과, 면역력강화효과, 노화촉진억제효과등인데, 이와같은 다양한 기능이 어떤 식품에 어느정도의 활성으로 존재하는지를 찾아내자는 것이다.

△ 농림수산물의 건강기여기능의 평가, 활용기술의 개발

* 기능성의 신속 평가법의 개발
  - 인공지질막을 사용한 생체내 항산화기능 평가법의 개발('95)
  - 미소순환모델을 사용한 혈액 레올로지 계측법의 개발('95)
  - Flow cytometry에 의한 식품단백질의 생체방어 기능의 신속평가법의 개발('95)
* 농수산물의 기능성등의 발현기구 해명
  - 식품성분이 지방조직의 기능에 주는 영향해명('95)
  - 식품물성이 가지는 생리기능의 해명('95)
  - 야채성분의 암예방효과 해명('95)
  - 식품의 항지질라디칼 중화활성과 발암프로모터의 억제물질과 그 작용기작의 해명('95)
  - 식이환경인자와 식품성분의 알러지 억제효과의 해명('95)
* 농림수산물이 가지는 기능성등의 유지향상기술 개발
  - 포장기술에 의한 생체내 항산화기능성물질의 제어('95)

△ 신수요창출을 위한 생물기능, 이용기술의 개발에 관한 총합연구(Biorenaissance계획, 생리기능팀)

〈1단계 : '91-'93, 2단계 : '94-'97, 3단계 : '98-2000년〉

* 농림수산물유래의 생리기능성분검색,생리기능의 해명과 평가 및 산업소재의 개발
  - 식물중의 유용색소성분의 검색 및 평가
  - 식품소재유래의 암억제기능성분의 검색과 특성해명(축시)

- 식물의 기능성분 평가 및 응용
- 지질구조가 대사,생리기능특성에 미치는 영향의 해명
- Carotenoid색소의 생리기능의 해명
- 각종 polyphenol의 혈중 및 肝臟지질기능 조절능의 해명
- 중쇄지방(MCT) 신기능의 단위 동물에 미치는 특성해명(축시)

마. 기타 연구

生鮮 또는 가공식품의 저장, 수송, 유통에 관한 신기술 개발, 혹은 식품가공기술의 고도화를 위하여, 식품가공의 각종 단위조직, 공정을 개선하고자 하는 노력의 일환으로, 상온조작으로 분리농축이 가능한 막기술, 초임계유체추출, 초고압살균처리법, 이축압출성형기관련기술등, 현재 우리나라 식품과학연구자들의 연구조류와도 대개 유사함을 볼 수 있었다.

4. Kirin맥주(주) 基盤技術研究所

Kirin Beer(주)의 뿌리와 본업은 역시 맥주로부터 출발한 식품업이며, '93년도 총 매출액규모는 $120억이나 되는 일본 최대의 식품기업이라고 한다. 88년의 짧지않은 역사와 발전과정 중에, 지금은 식품을 위시하여, 바이오텍, 엔지니어링, 정보시스템, 서비스등 사업영역이 분화되고 확장되었다. 이 사업목적에 따라, 제조업의 핵심이요 초석이 기술개발임을 말하듯이 거대한 연구개발 조직을 보유하고 있었다. 이 연구개발체계의 개요를 기술하면 의약사업본부, 맥주사업본부등 몇몇 사업본부와 함께 같은 비중으로 연구개발본부를 두고 여기에 기반기술연구소를 두는 형태를 취하고 있었다. 개발과 관련한 단위조직을 열거하면 맥주연구소(기술부), 개발센터(엔지니어링부), 기술개발센터(기술부), 포장기술센터, 식물개발연구소(agribio사업부), 의약개발연구소, 의약탐색연구소등을 두고 있으며, 연구개발본부에는 Applied Bioresearch Center, 특허실, 안전성·분석평가센터, 嗜好리써치室등을 두고 , 별도로 基盤技術研究所, 이를 Central Laboratories for Key Technology라고하면서 그들 연구개발체계의 핵심과, 말그대로, 기반으로 삼고있었다. 이 Kirin Beer(주) 基盤技術研究所의 소재지는 요꼬하마시 金澤區에 조성되어 있는 金澤Biopark라는 biotechnology관련전문團地안에 모회사인 Kirin Beer(주)와는 떨어진 곳에 위치하고 있었다. 외형적인것을 잠시 열거하면, 1987년에 설립된 이 연구소가 현재의 위치로 이전한것은 1992년 4월, 부지면적 3,025평, 건평 2,270평, 연구원수는 60명정도라고 하였다. 주요 보유시설과 설비는 遺傳子組換實驗室, pilot plant, isotope실험시설, 온실, 동물사육실, X선구조해석장치, 질량분석장치, potein sequencer, DNA sequencer등이었다. 돈 많은 부자들의 연구환경 , 기계장치가 충분한 그들은 sequencing하는 정도는 평이한 도구에 지나지 않는다고 생각하면서, 21세기에 들어갈 준비가 다 되어 있다는 식이었다. 또한 이 연구소는 연구자와 기술자간의 시간적인 불일치로 일어 나는 制約과 지장을 제거함으로써 이룰 수 있는 24時間型研究所라고 표방하였다. 한식연보다는 약 6개월 뒤인 거의 같은 시기에 건축된 연구소이고, 또 주변적 환경을 고려하지 않고, 단순히 어떤 구조가 좋다고 말하기는 어려우나, 여러가지 궁리끝에 도달한 건물구조의 짜임새가 모범이 될만하다 싶었다. 그것도 회사의 연구소를 이처럼 아무런 가식없이 드러내보이는 그들의 겸허함이, 나에게는 일종의 경각이요 충격이 아닐 수 없었다.

그들이 어떤 연구를 하는지 잠시 알아보기로 한다.

酵母 우선 맥주양조에 관한 기반기술개발의 일환으로 맥주효모 개량기술개발을 계속하고 있다고 한다. 예를 들면 맥주효모의 활력을 세포내 pH로써 측할 수 있는 방법 개발, 유전자도입기법에 의한 맥주 未熟臭의 완화방법(α-acetolactic decarboxylase의 유전자도입)개발같은 것들이다.

蛋白質 단백질의 구조와 기능을 세밀히 조사하고

콤퓨터그래픽스방법을 동원한 분자설계기술을 구사하여 단백질의 기능개선과 관련되는 연구를 수행중에 있다. 그 중의 한 예로서, 단백질감미료인 monellin의 성질을, 예컨데 50℃에서 변성되던것을 100℃이상의 고온처리에서도 활성을 유지할 수 있도록 개선하는데 성공하였다고 한다.

糖鎖 지금까지는 생체내에서 당쇄가 어떤 역할을 하는지는 별로 알려진바가 없었는데, 최근의 결과에서 당쇄의 중요성이, 생체내에서의 역활이 심상치 않음이 점차 드러나고 있다. 차세대 바이오테크놀로지로서 糖鎖를 자유롭게 생산하는 기술이 필요할것으로 판단하여, 관련연구를 추진중에 있다.

植物 예를들면 내한성이 약한 식물을 추위에 잘 견디는 내한성의 식물로 개량하는 기술개발에 성공하였다. 내한성이 강한 식물과 약한 식물간에는 엽록체막을 구성하는 지질의 phosphatidyl glycerol 중의 불포화지방산함량에 차이가 있음을 발견하고, 이 물질을 합성하는 효소, glycerol 3-phosphoacyl transferase (ATase)의 유전자를 얻는데 성공함으로써 이 문제를 해결한 것이다. 내한성 식물인 애기장대 (*Arabidopsis thalium*, 십자화과)로부터 취한 ATase유전자를 담배에 도입하였을때 저온에 대한 저항성이 높아졌음을 확인하였다고 한다. 또한 carotenoid합성 유전자군을 세계최초로 *Erwinia*로부터 단리하고 carotenoid의 생합성기구를 해명하였으며 이들 유전자를 이용하여 효모등의 미생물로 부터 carotenoid를 생산하는데 성공하였다.

참고로 基盤技術研究所가 참여하고 있는 국가프로젝트를 열거하면 표와 같다.

연구과제명	소관	담당기관	참가기관
Protein Engineering	통상산업성	(주)단백질공학연구소	14
복합당질생산이용기술	통상산업성	바이오테놀리지 개발기술 연구조합	16
벼genome해석 연구	농림수산성	농림수산첨단기술산업진흥센터	6

5. 끝맺는 말

이번의 연수기간이 길다고는 말할 수 없는 1개월간이어서, 내나름대로의 견문을 조금 기록하여 본것에 지나지 않으며, 충실하지 못함이 부끄럽게 여겨진다. 그러나 그들은 기술개발—내가 과학기술이 어떻고 하며 거창하게 말할 주제는 못되고 그저 일상적으로 접하는 식품과학기술 연구분야—를 보기좋게 잘 해 나가고 있고, 우리들은 어떤가 하는것이었다. 답보와 부질없는 반복을 일삼는 것은 아닌가, 다만 내 자신을 되돌아 보았을때 반성의 기회는 되었다고 본다. 과학기술연구기관, 그들이 만든 무게와 가치— 그 가치의 중심에는 실용성이 확실하게 자리잡고있는—를 가지는 연구결과들로, 과학기술관련 애로를 해결함에 있어서는 정부와 민간 모두에게 희망을 안겨주는, 의지하는 대상, 아끼는 대상이 되어 있다고도 보여진다. 어디 이번의 연구소들에만 한정된 현상이랴. 다는 아니다 하더라도 유수한 대학에 자리잡고있는 과학기술계 연구기관과 일부 공공연구기관에서 볼 수 있는 일반적인 현상이 아닌가 생각된다. 말하자면 그들의 사회는 연구의 가치를 인정하고 과학기술연구자를 신뢰하며, 연구자는 과학기술연구의 진수가 무엇인지를 아는, 저력있는 사회가 아닌가 생각하여 보았다.

일본의 과학기술 마인드는, 연구자들에 대하여 지원과 협력을 아끼지 않으면서 기다리면서 닦달을 하지 않는 것일 것이다. 일본 과학기술발달의 濫觴에서부터 그랬다고는 생각되지 않으며, 발전경로와 분화과정에서 형성된 긍정적인 측면의 일단이라고 보여진다.