

바이오 에탄올의 원료— 열대작물 카사바의 대규모 농장과 전망

윤실

전파과학사 편집위원

바이오과학기술(BT)과 연관된 첨단기술 용어로 '클린 에너지', '차세대 에너지원', '바이오 연료 에탄올', '에너지 농장' 등의 말이 경쟁하듯 등장하고 있다. 원유를 대신할 연료를 생물자원에서 얻는다고 하여 '바이오 유전개발'이라는 말도 쓰인다. 바이오 자원을 이용하여 에탄올을 생산하려는 바이오 정유공장(Bio refinery plant) 사업은 유전개발 못지 않은 미래 산업으로 대두되고 있다. 한국의 몇몇 기업은 바이오 정유공장의 원료로 사용할 뿌리작물 카사바를 열대지역 제3국가에서 대량 재배하려는 계획을 추진하고 있다.

2008년 5월 7일 '라디오 오스트레일리아'는 흥미로운 뉴스를 보도했다. 내용을 요약하면 파푸아 뉴기니의 레고(Rego) 지역에 1억 2천만 달러를 투자하여 4만 헥타르의 카사바 농장과 이를 가공할 시설을 세울 것이며 생산되는 카사바 제품 전량은 한국으로 수출한다는 것이다. 이 사업을 주도하는 창해타피오카사는 40여 년 전부터 베트남과 인도네시아 등지로부터 카사바를 수입하여 한국에서 주정 생산원료로 사용해왔다고 한다. 이 회사의 CEO인 존 임(John Lim)은 뉴기니가 카사바 재배의 적지로써 비옥한 토지가 넉넉하여 앞으로 연간 50만 톤을 생산할 계획이라고 했다.

이 계획을 추진하는 창해타피오카는 국내 최대 주정 생산기업의 하나인 보해양조가 모기업인 창해그룹의 자회사이다. 창해타피오카의 본사는 호주 시드니에 있으며 주된 취급상품은 에탄올(95%)과 그 생산원료인 카사바의 전분 타피오카(Tapioka)이다. 이 회사는 가까운 미래에 바이오 디젤, 카사바 동물사료, 카사바 비료까지 생산할 계획이며 이를 위해 브라질 등지에도 대규모 플랜테이션 설립을 추진하고 있다고 한다. 최근 창해타피오카 외에도 여러 국내 기업들이 열대지역 국가에 바이오 연료의 원료로 사용할 작물을 대규모로 재배하는 플랜테이션 사업을 추진하고 있으며 국회에서는 이런 사업을 적극 지원할 법안까지 내놓고 있다고 알려졌다.

현재 상황에서 석유를 대신하여 가장 먼저 바이오 연료가 될 수 있는 대표 물질은 평소 '주정(酒精)'이라 불려온 에틸알코올(에탄올)이다. 에탄올은 옥수수, 사탕수수, 콩, 고구마 등을 발효시켜 주로 생산해왔다. 그러나 대체 연료 생산을 위해 이들 작물을 대량 소비한다

면 식량자원으로서 가격이 급등하게 된다. 그로 인한 국제 식량가격 상승 현상은 이미 나타나고 있다. 이에 따라 위기의 식량과 연료를 해결할 방법으로 떠오른 것이 어떤 작물보다 큰 잠재력을 가진 카사바의 대량 재배이다.

창해에탄올과 엘비엘코프(LBL corp)는 파푸아 뉴기니와 인도네시아에서 대규모 카사바 농장을 건설하기 위해 가장 먼저 뛰어든 우리나라 기업이다. 최근에는 이 사업에 SK네트웍스, LG상사, 코스(KORTH) 등도 참여할 것이라고 알려졌다. 현재 미국, 일본, 캐나다 등의 바이오 연료기술 선진국에서는 농작물만 아니라 바이오매스라고 불리는 잡초, 폐목재, 해조류(海藻類), 음식물찌꺼기, 축산폐기물 등으로부터 바이오 연료를 생산하는 기술에 앞장 서 있다. 이럴 때 바이오 연료생산 기술면에서 후발 주자인 우리나라로서는 우수한 농업과학기술을 활용하여 그 원료가 되는 바이오매스를 대규모로 생산하는 에너지 농업을 동남아시아의 제3세계 국가에서 시도한다는 것은 미래 에너지 개발사업의 하나로 경쟁력이 충분이 있다고 전망된다.

카사바는 세계 제 5위의 주식 작물



사진 1. 나이지리아의 한 마을 마당에서 카사바를 심어놓고 팔고 있다

한국인은 바나나라든가 파인애플, 망고 등의 열대과일에 대해서는 알고 있지만 카사바(학명 *Manihot esculenta Crantz*)라는 열대작물에 대해서는 극히 소수만이 알고 있다. 오늘날 세계인의 주식으로 가장 많이 재배 생산되는 작물은 쌀이고, 그 다음으로는 밀, 콩, 옥수수 순이다. 그리고 5번째가 카사바인데도 우리나라에서는 재배가 불가능하고 그것을 취급하는 곳도 없어 이름조차 생소하다.

카사바는 아마존 강 하구가 원산지이며 수천 년 전 라틴아메리카로 퍼져 재배해왔다. 신대륙 발견 이후 카사바는 아프리카, 아시아의 열대와 아열대 나라로 퍼졌으며 지금은 열대지역에 사는 약 10억 인구가 매일 주식하게 되었다. 카사바는 지역에 따라 다른 이름으로 불리는데 '유카'(Yuca), '만디오카(Mandioca)'는 라틴아메리카에서 부르는 대표적인 카사바의 다른 명칭이다. 카사바 뿌리는 생으로도 먹고 열처리하여 요리를 하기도 하는데 생 것이든 열을 가한 것이든 하얀 조직의 모양과 맛은 밤과 고구마를 혼합한 듯하다.

카사바의 모습은 아주까리(피마자)를 닮았으며 분류학적으로도 같은 대극과에 속한다. 다년생 관목인 카사바는 다른 작물들이 자라지 못하는 토박한 땅에서도 잘 성장하고 가뭄에도 잘 견딘다. 사람이 먹는 부위는 긴 고구마를 닮은 뿌리다. 대개의 구근작물은 수확하면 냉소

에 저장해야 한다. 그러나 카사바는 다년생이므로 다 자란 것(6개월 이상 성장)을 땅에 두고 2년 정도는 키워서 먹을 수 있으므로 저장시설이 없더라도 밭에 방치했다가 필요할 때 수확하고 있다.



사진 2. 방금 땅에서 파낸 카사바에 뿌리가 5,6개 달렸다

다 자란 카사바의 키는 2~2.5m이고, 뿌리는 직경 2.5~10cm, 길이 20~35cm 정도로 자란다. 적갈색 외피로 덮인 뿌리 속살은 희고 감자보다 단단하며 전분 함량이 매우 많다. 뿌리를 갈아서 전분만 뽑은 것을 '타피오카'라고 하는데 무색무취다. 뿌리와 잎에는 쓴맛이 나는 유독한 청산염 성분이 대량 포함되어 있어 쥐, 원숭이, 곤충 등이 침범하지 않는다. 청산염 성분은 Cyanogenic Glucosides, Linamarin, Lotaustralin 등인데 이들은 카사바 세포에서 자연 생산되는 효소(Linamarase)에 의해 시안화수소로 변환된다.

카사바 품종은 여러 가지이지만 '쓴 것'과 '단 것' 두 무리로 크게 나뉘는데 쓴 것은 생 뿌리 1kg당 최대 약 20mg의 청산염이 함유되어 있고 단 것은 쓴 것의 50분의 1정도로 적게 포함되어 있다. 또한 어린잎은 채소로 먹기도 한다. 뿌리의 껍질을 벗겨 내거나 갈거나, 삶거나, 튀기거나 물에 불리는 등 가공을 하면 청산염 성분은 점점 없어진다.

아프리카와 라틴아메리카 국가들은 카사바를 가장 많이 재배하고 있으며 잘게 쪼개어 건조시킨 칩은 대량수출도 하고 있다. 카사바를 주식하는 곳은 요리법도 다양하다. 이들 지역에서는 카사바를 생으로 또는 찌거나 반죽하거나, 발효식품을 만들거나, 가루상태로 팔기도 한다. 특히 아프리카에서는 카사바의 잎까지 먹는데 잎에는 단백질과 비타민 A, B가 풍부하다.

인도, 인도네시아, 타이, 베트남 등의 동남아시아와 라틴아메리카 및 카리브 해 국가에서는 카사바의 전분을 종이와 섬유생산 때 접착제로, 카사바 가루에서 추출한 글루타민산염은 조미료로, 때로는 밀가루 대신 쓰기도 한다. 카사바는 생체중의 30%가 전분이고 1톤의 카사바로부터 최대 280 l의 에틸알코올을 생산할 수 있으며 발효하고 남은 찌꺼기는 동물사료로 이용된다.

카사바의 생산량

FAO의 2006년 통계에 의하면 전 세계 카사바 생산량은 2억 2천 6백만 톤이었다. 그중의 54%는 아프리카에서, 28%는 아시아에서 그리고 나머지는 라틴아메리카와 카리브 해 국가에서 재배되었다. 세계 최대 생산국은 3천 3백만 톤 이상을 생산하는 나이지리아다. 카사바는 사하라사막 인근 지역에서 아프리카 전체 수확량의 64%가 생산되는데 평균 생산량은 1헥타르 당 10.2톤이다. 생산량은 국가에 따라 차이가 크며 수단과 같은 나라는 1헥타르 당



사진 3. 슈퍼마켓에서 파는 카사바는 장기 보존을 위해 파라핀 피막을 얹혀 두었다

늦추기 위해 뿌리 전체를 파라핀이나 왁스로 피막을 입힌 것을 팔고 있으며 멕시코 등의 라틴아메리카에서 이주해 온 사람들이 주로 소비하고 있다.

카사바의 생장 조건



사진 4. 시험관 속의 인공 토양에서 배양되고 있는 카사바의 유묘. 미세삼목한 조직을 한천 배지에서 2주일 동안 배양하여 유묘로 생육시킨 후 사진의 인공토양으로 이식하여 배양을 계속했다



사진 5. 인공토양에서 4주간 배양한 카사바 유묘를 순화 과정을 거쳐 외부 화분에 이식하여 3개월 정도 키운 것이다

1.8톤에 불과하고 바베이도스는 27.3톤이며 나이지리아는 10.6톤을 생산하는 것으로 알려져 있다. 놀랍게도 창해타피오카에서는 앞으로 1헥타르 당 60톤 생산을 목표로 하고 있다. 이 회사는 뉴기니 농장에 10여 품종을 시험재배하여 수확량이 많은 것을 선택 대량재배할 계획이라고 한다. 미국에서는 플로리다에서 1895년경부터 카사바를 경작하고 있으며 재배면적은 소규모이다. 미국의 슈퍼마켓에서는 카사바의 변질을

카사바는 고구마처럼 재배하면 되는데 기온 섭씨 18~35도에서 잘 자라며 적어도 8~11개월간은 기온이 영하로 내려가지 않는 곳이라야 뿌리를 생산할 수 있는 것으로 알려져 있다. 필자는 전북대학교 식물조직배양실에서 카사바를 시험관 속에서 미세삼목(微細挿木)하는 방식으로 유묘(幼苗)로 배양하여 한겨울 밤이면 섭씨 5도까지 기온이 내려가는 온실의 화분에서 20cm 정도 길이의 뿌리가 되도록 재배한 경험이 있다(1999~2001년). 그러므로 우리나라에서도 제주도와 같은 곳에서는 약간의 보온시설만 하면 소규모 재배가 가능할 것으로 판단된다.

카사바는 가뭄이 계속되면 잎을 모두 떨어버리고 수분을 손실하지 않는 상태로 지내다가 비가 내리면 바로 새 잎을 내밀어 성장을 계속한다. 또한 이 식물은 지나치게 습한 곳만 아니면 모래땅에서도 잘 자라고 pH 5~5.5의 산성이나 pH 9~9.5의 알칼리성 토양에서도 잘 자란다. 이들은 다른 식물들은 견디지 못할 만큼 알루미늄이나 망간 함량이 많은 토양에서도 살고 비옥하지 않아도 잘 자란다. 그러므로 열대 빈국에서 재배하기에는 무엇보다 좋은 작물이다. 그러나 원시적

농사를 하는 제3국가는 카사바 농사에도 어려움이 있다. 카사바는 심은 후 6개월에서부터 3년 사이에 수확하는데 일단 땅에서 뽑혀 나온 생 뿌리는 쉽게 상하기 때문에 필요할 때 거두어야 한다. 그리고 '카사바 초록진드기'와 바이러스 등의 병충해가 50%의 수확손실을 가져오고 있다. 카사바는 씨를 뿌리지 않고 줄기를 약 30cm 길이로(마디 2개 정도) 잘라 삽목으로 증식하는데 삽목 후 3~4일 안에 비가 오지 않으면 묘목이 말라죽을 염려가 많다. 씨는 잡종이 생기므로 파종하지 않는다. 그리고 카사바의 긴 뿌리를 수확하는 일은 많은 노동력을 필요로 한다.

두 곳의 카사바 국제 연구소

오늘날 강국들은 농업과학에서도 선진국이다. 그러나 모든 강대국가들은 열대지방을 벗어나 있으므로 카사바의 농업과학에 대해서는 경시해왔다. 열대 빈국의 식량문제 해결방안으로 유엔국제농업기구(FAO)는 국제열대농업연구소(IITA 나이지리아 소재)와 국제열대농업센터(CIAT 콜롬비아 소재) 두 곳을 설립하여 지원하고 있다. 지난 2002년에는 이 두 연구소를 중심으로 12개 각국 농업연구소와 함께 가난한 열대주민의 절대적인 영양원이 되고 있는 카사바의 농업기술 발전과 유전적인 품종개량 연구를 위한 조합을 결성했다. 이러한 노력의 결과로 2006년 미국 오하이오 주립대학의 리처드 세이르(Richard Sayre)는 유전자 변형기술을 이용하여 일반 카사바보다 2.6배 뿌리가 크게 자라는 GM카사바를 육성했다고 발표했다(Plant Biotechnology Journal - May). 또한 콜롬비아의 프레진(Fregene) 박사 팀은 바이러스 저항성 카사바 유전자를 찾아내기도 했다. 이외에 열대농업연구소에서는 카사바의 병충해 방제, 건강한 종묘개량, 삽목기술개발, 가공기술, 주민에 대한 재배기술 교육 등을 행하고 있다.

카사바에 의한 에탄올 연료생산 산업은 새로운 직업을 대량제공하게 된다. 카사바의 재배와 생산, 원료가공(세척, 껍질 벗기기, 삶기 등), 발효, 증류, 포장, 운반 등에 이르기까지 다수의 시설과 인력이 필요하기 때문이다.

2008년 7월 25일 '폭등하는 곡물가와 원유가 두 가지를 가장 빨리 한꺼번에 해결할 수 있는 것은 카사바뿐이다'라고 인식하는 국제회의가 FAO의 후원으로 벨기에의 겐트에서 개최되었다. 이 회의에 참가한 FAO의 과학자들은 현재의 카사바 생산량은 최적 조건재배 시의 5분의 1에 불과하며 어떤 작물보다 값싸고, 산업적인 용도가 3백 가지 이상인 엄청난 가능성을 가지고 있다고 했다. 세계는 위기의 식량문제와 석유문제를 해결할 대안으로 카사바의 생산경쟁에 돌입하고 있다. 이런 때 한국의 기업은 물론 정부까지 이 문제에 대해 적극적으로 계획을 추진하고 있는 것은 미래에너지 대책으로 매우 실제적인 일이라 생각된다.