BIOMASS개발의 전망

李 榮 日

〈한국에너지연구소 放射線農學研究室 · 農博〉

◇ 序 論

대체 에너지로써 Biomass의 현 위치는 그리 큰 비중을 점하고 있지 않으나 대체 에너지로서 확고한 방안이 없는 한 이에 대한 대비책은 여러 각도에서 연구되어야 할 것은 주지의 사실이다. Biomass는 대체 에너지로서 뿐만아니라 인간이나 가축이 필요한 生合成物質을 다량으로 얻는 基本材料가 되는 것인바 Biomass의 연구는 반드시 Biomass의 量的增加에 관한 연구와 더불어 Biomass를 통한 最終生産物을 간편하고 값싸게 대량으로 얻을 수 있는 加工工程上의 문제 해결에 대한 연구가 필수적으로 동반되어야 할 것이다. 대체 에너지로써 Biomass의 利點이라고 한다면 ①남는 勞動力과 遊休地를 적절히 활용할 수 있고 ②석유화학처럼 방대한 시설의 집합이 필요 없고 비교적 소규모로 시설을 여러곳에 분산시킬 수 있으며 ③生態的으로 대기중의 탄산가스를 제거할 수 있으며 Benzen 같은 유독물질을 제거하면서 生態系를 유지시킬 수 있다는 점이다. 본고에서는 주로 Biomass의 생산에 관해서만 記述하기로 하겠다.

◇ Biomass로서 개발이 가능한 植物

地球上에 쏟아지는 태양 에너지는 년간 약 54×10^{23} 쥬울에 이르는데 植物에 의해 사용되는 量은 1~2%에 불과하며 년간 地球上의 植物이 생산해 내는 光合成量은 16×10^{10} 톤으로 이것이 곧 Biomass가 된다. 이가운데 사람이나 동물에 의해 이용되는 量은 5% 정도로 추정되고 있다. 光合成生産量을 보다 증대시키려는 것이 Biomass에 대한 연구의 最終目標가 되는 것이며 식물의 종류나 品種間에도 光合成能力은 큰 차이를 나타내고 있는 것이 특징이다.

펜실리바니아의 5~10년생 雜種 포푸러는 년간 핵타르당 20MT의 乾物生産이 가능하고 Napier 풀은 88MT, Water Hyacinth는 85MT, 그리고 Algae는 300MT (Co_2가 포화상태일때)을 생산할 수 있다는 추정보고가 있다.

브라질은 자동차에 대부분 가솔린에 알콜을 20%혼합한 가소홀(Gasohol)이라는 연료를 쓰고 있는데 1980년 점차 알콜로 완전 대체하려는 움직임까지 있었으리 만큼 Biomass에 의한 대체 에너지개발에 힘쓰고 있다. 이 알콜의 주원료인 Biomass는 사탕수수(Saccharum)인데 설탕원료로 쓰는 본래의 사탕수수품종 보다 Biomass生産量이 3배나 높아 핵타르당 250MT의 생산이 가능하다. 그러나 설탕생산량에 있어서는 두 품종간에 전혀 차이가 없고 Biomass의 物質生産만이 3배가 높다.

대극科(Euphorbia)에 속하는 여러 종류의 나무는 세계적으로 상당히 광범위한 지역에 栽培가 가능한 식물로서 乾物 1,000톤에서 8톤의 Oil과 200톤의 설탕을 만들어 낼 수 있으며 200톤의 찌꺼기가 나오는데 이것은 역시 알콜생산 원료로 쓸 수 있다. Calvin(1979) 은 *E-uphorbia lathyris*를 栽培하면 핵타르당 25배럴 상당의 Oil을 생산할 수 있다고 하였는데 이것은 遺傳的 또는 農耕上으로 전혀 개선되지 않은 상태에서 생산되는 量이고, 만일 고무나무인 *Hevea brasiliensis*가 지난 30년간 품종개량이나 栽培法改善을 해서 원래의 생산량의 30배나 증가시켰던 것과 같이 Euphorbia도 개량한다면 멀지 않은 장래에 최소한 4배는 그 생산량을 끌어 올릴 수 있을 것으로 보아 핵타르당 적어도 65배럴의 Oil생산이 가능할 것으로 전망된다고 하였다. 이 밖에도 Copaifera, P-ittosporum, Carapa 등의 Oil 생산 樹木이 있다.

이러한 Biomass 생산을 위한 식물은 대부분 일반작물의 재배가 부적당한 척박하고 비교적 수분이 부족한 땅을 이용할 수 있어 食糧生産을 沮害받지 않고도 별도로 생산이 가능하기때문에 대체 에너지로서 유망한 植物資源이 될것이다. 현재 에너지원으로서의 Biomass의 생산을 위한 植物資源은〈표 1〉과 같은데 우리나라처럼 겨울기간이 긴 지역에서는 Biomass 生産面에서 볼때 결코 유리한 입장은 못된다고 보아지기는 하나 북위30°—40°에서 잘 자랄수 있는 植物의 선택은 물론 이지역에 잘 적응할 수 있도록 품종개량에 힘써야 할것이다.

〈표 1〉 Biomass생산을 위한 주요 식물자원과 재배한계

식 물 속 (屬)	0°~20°	20°~40°	40°~60°	60°
작물류				
Saccharum (사탕수수)	+	(+)		
Pennisetum	+	+		
Sorghum (수수)	+	+	(+)	
Helianthus (annuus) (해바라기)		+	+	
(tuberous) (뚱딴지)		+	+	
Zea (mays) (옥수수)	+	+	+	
Bromus		(+)	+	+
Lolium		+	+	+
Beta (vulgaris) (사탕무우)		+	+	+
Brassica		(+)	+	+
Secale (cercale) (호밀)	(+)	(+)	+	+
Manihot (esculenta) (카사바)	+	(+)		
화훼류				
Solanum	(+)	+	+	+
Lycopersicum	+	+	+	
Euphorbia	+	+		
임목류				
Eucalyptus	+	+		
Salix (버드나무속)		+	+	+
Populus (포플러속)		+	+	+
Betula (자작나무속)			+	+
Alnus (오리나무속)			+	+
Pinus (소나무속)		+	+	+
Picea			+	+
Simmondsia	(+)	+		
Parthenium	+	(+)		

(), 개발해야할 재배지역

◇Biomass에 관한 育種方向

植物은 葉綠素를 통해서 태양에너지를 固定하게 되는데 葉綠素a와 b는 400~700μm의 波長 범위의 光線을 이용하는 것이 일반적인 특징이나 이 波長범위의 태양에너지는 전체 地球에 닫는 태양에너지량의 44—47%에 불과하므로 이 범위 이외의 에너지를 轉換할 수 있는 적극적인 形質轉換을 시도하는 것은 바람직한 일이다. 즉 식물에 따라 光合成에 이용하는 波長범위가 다른데 400μm이하 혹은 700μm 이상의 에너지를 이용할 수 있는 突然變異體를 誘

起하자는 것이다.

물은 光合成에 필요한 요인중의 하나로서 植物이 연간 뿌리로 부터 흡수하여 體液의 유지, 蒸散, 光合成등에 이용하는 양은 엄청나게 많아 한구루의 나무가 한 여름동안 3,000톤에 달하는 물을 땅에서 흡수하고 있다. 만일 Biomass 생산을 위해서 灌漑施設을 한다면 이에 수반되는 경비와 에너지 투입은 대단히 큰것으로 일반작물의 栽培가 불가능한 非灌漑施設의 땅을 이용하려면 부득이 耐乾性植物의 육성이 불가피하다. 이것은 植物體의 構造, 形態(털, 왁스, 기공등)의 변형에 따라 耐乾性에 대한 반응이 크게 다르기 때문에 이에 대한 育種의 효과는 높다고 하겠다.

植物體에 의한 反射와 光線吸収의 反應調節은 植物葉形態를 변형시킴으로서 약20% 의 光에너지 이용효과를 증대시킬 수 있다고 내다보고 있다. 또한 植物體型(canopy architecture)은 地上에 쏟아지는 태양에너지를 효율적으로 높여 光合成을 하는데 중요한 요인이 되는 것이며 특히 植物의 栽植密度에 따라 이 要因이 관여하는 효과는 크게 달라질 수 있으므로 환경에 알맞는 型을 갖추도록 育種目標를 두어야 할것이다.

기타 地球上에는 대단히 넓은 地域에 塩分濃度가 높은 땅과 aluminium과 같은 軽金属이나 重金属의 함량이 높아 일반 작물재배가 어려운 非農耕地의 이용을 위해서 이들 要因에 관한 耐性이 강한 품종을 육성하는 것이 Biomass 생산을 위한 중요한 대책이 될것이다.

植物體內 代謝過程에서 光合成生産物은 호흡에 의해 일부가 소모되는데 이 호흡은 代謝에 꼭 필요한 에너지를 얻기 위한 것도 있지만 불필요하게 소모되는 경우가 있어 體內代謝經路를 변형시켜 呼吸効率을 높이는 것도 光合成産物을 증대시키는 효과적인 방법이 될것이다.

현재 농작물의 育種은 어느 特定部位의 생산증대나 개량을 위해 育種目標를 두어 왔으나 Biomass생산을 위해서는 植物體 全體의 增加量을 목표로 삼아야 하기 때문에 종전 농작물 재배용 品種育成과는 育種方向이 달라지게 되는 것이다.

◇遺傳工學的 Biomass의 形質轉換

Calvin(1983)은 대체에너지원료의 주된 Biomass생산을 높이기 위해서 遺傳子操作技術을 적용하려는 연구를 시도하고 있는데 Copaifera의 Sesquiterpense생산을 지배하는 遺傳子를 Euphorbia에 移植시켜 줌으로서 Copaifera가 미국에서 자라지 못하는 대신 Sesquiterpense 합성을 지배하는 因子를 옮겨 받는 Euphorbia를 미국에 재배토록하여 Oil을 생산코저 하는 시도이다. 방법으로는 ①Copaifera의 Sesquiterpense에 관여하는 遺傳子를 E. Coli plasmid에 삽입시키고 이것을 Euphorbia세포에 넣어 줌으로서 Euphorbia의 핵내 遺傳物質과 同化(intergration)시키려는 것과 ②Copaifera의 遺傳子가 Euphorbia핵과 설령 동화되지 않더라도 Euphorbia세포내에서 독립적으로 자가增殖토록하여 그 특성을 발현시켜 소기의 목적을 달성하도록 하는 것이다. ③또한 Copaifera세포와 Euphorbia세포를 세포융합(cell fusion)시키는 것인데 현재 Euphorbia에서는 原形質體(Protoplast)로부터 植物體再分化까지 성공한바 있고 (Redenbaugh등, 1982) 이 두식물간에 세포융합까지도 시도한바 있으나 아직까지 雜種植物(somatic ellhybrid)을 얻지는 못하였다.(Calvi n 1982

Walter(1980)은 Euphorbia가 비교적耐寒性이 약한 단점을 개량하기 위해서 이 식물에서 單細胞集團을 만들고 培養單細胞集團에 放射線을 처리하여 耐寒性이 강한 돌연변이 유기에 관한 연구를 착수하여 이 연구가 성공되면 북위40° 전후의 地域에서 이 植物의 栽培가 원활해질것으로 전망된다.

植物은 전술한바와 같이 光合成에 의해 合成된 同化産物을 29-71%가량 호흡에 의해 소모하는 것으로 알려졌는데 이것은 ATP 생산, 合成物質 또는 化學物質의 유지, 積極的 物質轉

流등에 꼭 필요한 에너지를 얻기 위한 것도 있지만 불필요한 소모가 있는 것으로 알려졌다. Heichel은 光合成率은 같지만 呼吸率이 다른 두 純系 옥수수를 비교한 결과 호흡이 높은 系統은 낮은 것에 비해 生長率이 2/3밖에 안된다는 것을 밝혔고 Schneiter등도 Alfalfa 品種에서 P/O Ratio와 Biomass 生産과에 陽의 상관관계가 있음을 밝혔다. 이러한 사실을 적용하여 Georgopolos 및 Sisler와 Polaco 및 Polaco는 培養細胞에 KCN, Antimycin A, Carboxin을 처리하여 이 物質에 抵抗性인 돌연변이세포를 얻을 수 있었는데 바로 이 돌연변이 세포는 P/O Ratio가 높은 세포로 형질이 전환된다는 사실을 알아 냈고 이 세포로부터 植物體를 만들어 낸 것도 같은 형질이 발현됨을 관찰할 수가 있었다. 이것은 呼吸代謝過程의 변경에서 온 결과인데 결국 Biomass 생산이 大幅增大되는 형질로 바뀌게 되는 것이다. 또한 光合成에 관여하는 Chloroplast의 活性을 높여주는것인데 前者보다 적극적인 방법이 되며 아직 뚜렷한 성과는 없지만 전망은 밝다고 본다. 최근 組織培養技術이 발달함에 따라 細胞內에 존재하는 小器官(Organelle)도 培養할 수 있어 光合成效率이 높은 Chloroplast의 生成 遺傳子를 導入코저하는 연구가 이루어 지고 있다. (Boffey 및 Reech, 1982; Kuhlemeier등, 1982, Rochaix 및 Van Dillewign, 1982).

Van Berkum 및 Bohlool(1980)과 Ela(1982) 등의 窒素固定菌에 관한 연구는 非豆科作物의 窒素供給문제를 해결할 수 있는 계기가 될것이며 Fowke등(1979, 1981)과 Burgoon 및 Bottino(1977), Yamata 및 Sakaguchi(1980) 등도 窒素固定能力이 있는 Algae의 Micro cell 을 非窒素固定 植物의 原形質體에 삽입코저 하는 일련의 연구를 시도하고 있어 Nif遺傳子 삽입과는 다른 次元의 窒素供給에 대한 가능성을 시사함으로써 Biomass생산에 밝은 전망을 보여주고 있다.

◇ 結　論

대체에너지로서의 Biomass는 금후 인류가 필요로 하는 에너지자원에 여느정도 공헌할 것인가에 대해서는 變數이지만 다가올 에너지위기에 대비해서는 일찍부터 Biomass에 관한 연구도 다각적으로 시도하고 종합적인 에너지 대책을 수립해야 할것이다. Biomass는 生産性向上 이외에도 加工工程上의 문제해결이 무엇보다 중요하므로 이 兩者를 병행해서 研究開發해야 하겠고, Biomass生産性向上을 위해서는 먼저 地域適應이 양호한 植種을 선택한 다음 光合成能力을 최대한으로 끌어 올릴 수 있는 育種方向을 설정, 새로운 品種改良에 힘써야 할것으로 생각된다. 遺傳工學技法에 의한 Biomass 生産用 品種改良은 일반 農作物에서 보다 빠른 속도로 발전할 수 있다고 보아지므로 이에 대한 연구도 시급히 장려토록해야 할것이다.

어린이의 고혈압·심장병은 두살부터

어린이들은 두살 때쯤부터 커서 高血壓을 앓거나, 心臟病의 위험을 겪게 될 것이라는 첫 조짐을 나타낸다.

이것은 리버풀 大學校 臨床藥理學科의 알라스다이트 브레켄리지 教授가 최근 런던의 한 회의에서 한 말이다.

어린이는 네살이나 다섯 살때 就學할 무렵부터 해마다 血壓을 재 보는 것이 좋다고 그는 권했다.

영국의 한 心臟財團회의에서 연설하는 가운데 브레켄리지 教授는, 그와같은 검사와 더불어 위험성이 높은 사람을 心臟病이 발전하기 전에 행동을 취하여 치료할 수 있을 것이라고 말했다.

이 회의에서는 또 심장병 치료와 心臟移植手術에서 계속 진보가 이루어지고 있다고 보고 됐다.

다음 發展 단계는 그런 어린이를 추려내는 것 뿐 아니라 보다 特殊한 藥物치료를 할 수 있도록 심장마비를 일으킬 위험성이 높은 사람을 判別하는 방법을 발견하는 것이다.