

새만금간척지 바이오에너지 생산단지 조성 과 농공학(지역건설공학전공)의 역할

손 재 권

전북대학교 지역건설공학과



1. 머리말

인류의 화석에너지 사용은 석탄을 연료화 하면서 시작되었고 그 이후로 석유와 천연가스의 개발로 인하여 산업화의 발전을 이끌어 왔다. 그러나, 화석에너지는 한정된 매장량과 자원의 지역적인 편중으로 인해 공급과 수요에 대한 불균형을 초래하고 있으며, 화석에너지사용에 따른 배기가스, 매연 등으로 인해 심각한 대기오염이 발생하고 있다. 한편, 지구온난화 방지를 위해 세계 각국에서는 각종 환경 부문에 규제강화를 추구하고 있으며, 에너지 이용부문에 있어서도 기존의 친환경적인 개발에 더욱 많은 관심을 가지고 노력하고 있다.

국제적인 측면에서 살펴보면 화석에너지 사용으로 인한 지구온난화를 방지하기 위하여 1992년 6월 기후변화협약(UNFCCC)을 체결하였고, 2005년 5월까지 전체 189개의 국가가 가입하였다. 그러나, 이는 국제적인 구속력이나 세부적인 실천방안이 없어 재차 2005년 2월에 교토의정서를 발표하여 기존 지구온난화와 책임이 있는 선진국을 대상으로 의무적으로 대기오염에 감축을 결의하고 다자간노력을 기울이고 있다. 우리나라 역시 1993년 12월에 기후변화협약에 가입한 상태이고 교토의정서에 따른 의무적인 환경오염규제사항은 없으나 향후 국제적인 압력에 대비하여 환경부를 중심으로 지속적인 환경개선방안을 위한 다양한 정책을 시도하고 있다. 또한, 우리나라는 비산유국으로 향후에

너지위기가 도래할 경우 국가 및 국민경제에 미칠 영향을 고려하여 에너지안보 차원에서 태양열, 풍력, 수력, 조력, 바이오에너지 등의 신재생에너지 개발에도 집중투자하고 있다.

특히, 환경보전과 에너지개발가능성이 높은 바이오에너지 분야는 에너지 위기를 극복할 수 있는 대안으로 선진국에서는 생산시장이나 투자규모면에서 급속한 성장을 거듭하며 발전하고 있으나 우리나라는 아직 산업화로 연계하기에는 기술 경쟁력이 미흡한 실정으로 지속적인 개발을 추진해야 할 상황에 놓여있다.

한편, 2006년 4월 세계에서 가장 긴 33 km의 새만금 방조제가 최종체결 되었고, 2007년 4월에는 새만금사업으로 조성되는 28,300 ha의 토지에 대한 구체적인 내부토지 이용계획안이 발표될 예정이다. 내부토지이용계획안중 정부안으로 확정될 제 3안의 경우 육지부면적의 71.6%인 20,250 ha를 농업용지로 조성할 계획이다. 이에 따라 새만금간척지는 농업의 국제화·개방화에 대비하여 경쟁력 있는 고소득작물 생산단지로서의 중요한 역할을 해야 할 것으로 판단된다. 따라서 향후 에너지위기, 환경규제, 시장발전가능성을 감안하면 새만금과 같은 대단위 간척지구에 바이오에너지 생산단지를 조성하는 것은 의미가 있을 것으로 여겨진다. 이에 본 글의 목적은 대규모로 면적확보가 가능한 새만금지구에 집단화된 바이오에너지 생산단지 조성에 대한 기초자료를 제공하는데 있다.

2. 바이오 에너지의 현황

가. 바이오에너지

일반적으로 바이오에너지는 바이오매스자원으로부터 생성되는 에너지이며, 전기적에너지가 아닌 액체와 기체 연료로 생성하는 에너지를 일컫는다. 여기서 바이오매스(biomass)는 생태학적 용어로 생물량이란 의미였으나, 점차로 에너지개발과 더불어 에너지개발이 가능한 생물체의 양이란 의미로 변화 되었다.

일반적으로 식물체는 물, 탄산가스, 무기물, 태양에너지 등을 흡수하여 광합성 작용을 통해 전분, 당, 섬유소를 합성하여 저장하고, 동물체는 이들 식물체에 축적된 양분을 흡수하며, 균체는 동식물체를 다시 물, 탄산가스, 무기물 등으로 분해된다. 이러한 과정속에서 물질순환계속에 있는 식물체, 동물체, 균체 등의 모든 유기체를 바이오매스라고 한다. 또한, 바이오매스는 곡물, 감자류를 포함한 자원의 전분질계, 초본, 임목과 볏짚, 왕겨와 같은 셀룰로오스계, 사탕수수, 사탕무 등 당질계, 가축의 분뇨, 사체와 미생물의 균체가 해당하는 단백질계 등으로 구분된다. 또한 현재 바이오매스를 이용한 바이오에너지 이용기술은 <표 1>에서 보는 바와 같이 바이오 액체연료생산기술, 바이오매스가스화 기술, 바이오생산, 가공 기술 등으로 크게 분류 할 수 있다.

한편, 액체연료에는 바이오에탄올, 메탄올, 바이오디젤, 피셔-트롭스크(Fischer-Tropsch) 디젤 등이 있고, 기체

연료에는 수소, 메탄 등이 있다. 다음 <그림 1>은 각종 바이오에너지 생산설비를 나타낸 것이다.

나. 바이오 에너지 국내·외 동향

1) 바이오 에너지 공급현황

현재 우리나라의 신재생에너지 기술개발은 수력, 풍력, 바이오, 폐기물, 지열, 태양열, 해양에 이르기까지 다양한 분야로 이루어지고 있으나 아직 선진 신재생에너지 산업과 비교하면 다소 낮은 수준이며, 이중 바이오 에너지 산업은 대단히 미흡한 상태이다.

다음 <표 2>는 최근 OECD국가의 신재생에너지의 공급 현황을 나타낸 것으로 국내(2005년)의 신재생에너지 공급량은 1차에너지 대비 2.1%로 국외(2003년)의 미국 4.5%, 독일 3.8%, 일본 3.7%, 덴마크 13.0%, 프랑스 6.4%로 낮은 비율을 보이고 있다.

각 항목별 신재생에너지의 공급현황은 각 나라별로 차이가 있으나 국내(2005년)에서는 폐기물을 이용한 공급량이 75.9%, 바이오에너지산업은 3.7%로 상대적으로 폐기물 의존하는 경향이 높게 나타나고 있다. 이에 반해 선진 OECD국가(2003년)의 경우에는 바이오에너지를 통한 공급량이 29.0~56.8%, 폐기물은 7.3~32.0%로 나타나 단적으로 기술력이 요구되는 바이오산업이 높게 나타나고 있다.

표 1 바이오에너지 기술의 분류

대 분 류	중 분 류	내 용
바이오 액체연료 생산기술	연료용 바이오 에탄올 생산기술	당질계, 전분질계, 목질계
	바이오디젤 생산기술	바이오디젤 전환 및 엔진적용기술
	바이오매스 액화기술 (열적전환)	바이오매스 액화, 연소, 엔진이용기술
바이오매스 가스화기술	혐기소화에 의한 메탄가스화 기술	유기성 폐수의 메탄가스화 기술 및 매립지 가스 이용 기술 (LFG)
	바이오매스 가스화기술 (열적전환)	바이오매스 열분해, 가스화, 가스화발전 기술
	바이오 수소 생산기술	생물학적 바이오 수소 생산기술
바이오매스 생산, 가공기술	에너지 작물 기술	에너지 작물 재배, 육종, 수집, 운반, 가공 기술
	생물학적 CO ₂ 고정화 기술	바이오매스 재배, 산림녹화, 미세조류 배양기술
	바이오 고형연료 생산, 이용기술	바이오 고형연료 생산 및 이용기술 (왕겨탄, 칩, RDF(폐기물연료) 등)

자료) 에너지관리공단<<http://www.energy.or.kr/>>

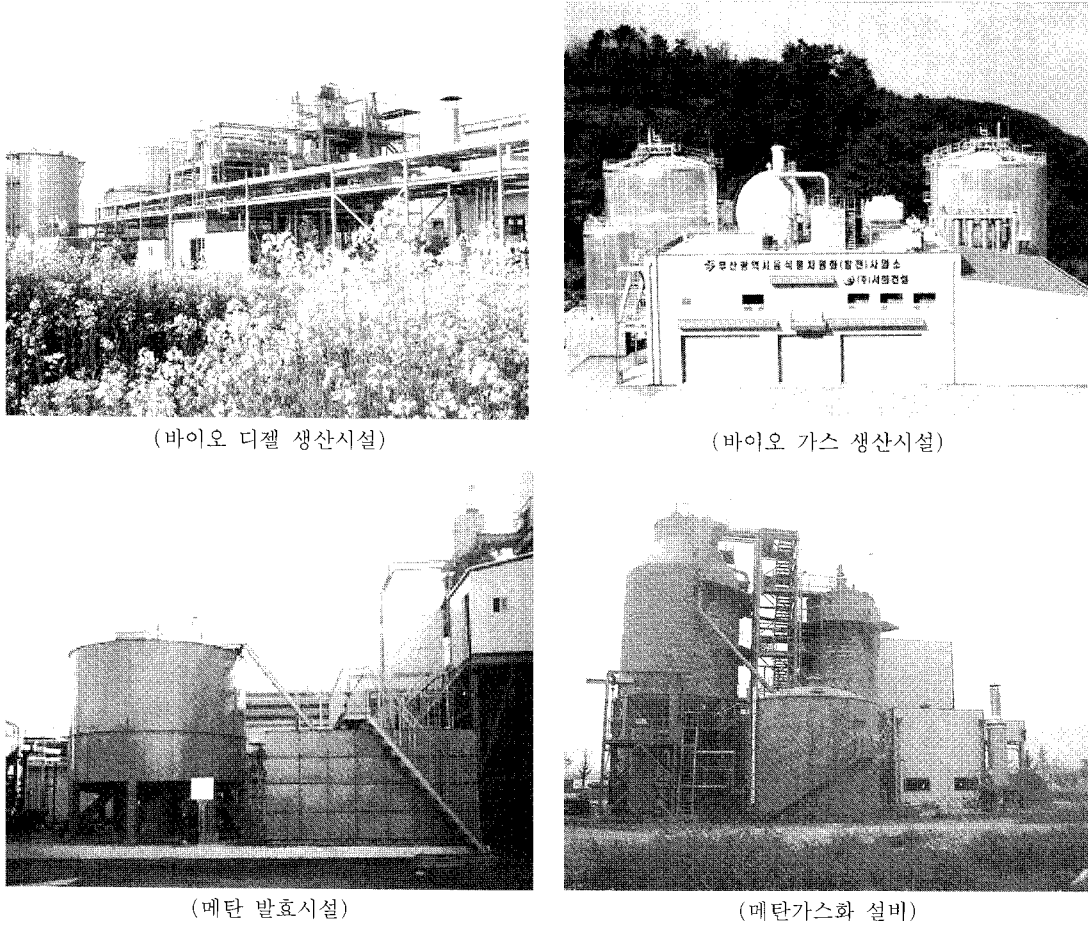


그림 1 바이오에너지 생산설비

표 2 OECD국가의 신재생에너지공급현황(2003년)

(공급량: ktoe, %)

구분	수력	풍력	바이오	폐기물	지열	태양	해양	합계	신재생에너지 /1차에너지	
미국	공급량	23,960	972	56,719	11,510	8,593	1,426	-	103,180	4.5%
	비중	23.2	0.9	55.0	11.2	8.3	1.4	-	100.0	
독일	공급량	1,657	1,622	6,683	2,974	142	241	29	13,319	3.8%
	비중	12.4	12.2	50.2	22.3	1.1	1.8	0.2	100	
일본	공급량	8,136	72	5,491	1,375	3,223	635	-	18,932	3.7%
	비중	43.0	0.4	29.0	7.3	17.0	3.4	-	100.0	
덴마크	공급량	2	478	1,348	865	4	9	-	2,706	13.0%
	비중	0.1	17.7	49.8	32.0	0.1	0.3	-	100	
프랑스	공급량	5,088	29	9,806	2,142	129	20	46	17,260	6.4%
	비중	29.5	0.2	56.8	12.4	0.7	0.1	0.3	100	
한국 (2005)	공급량	919	32	181	3,706	3	39	4	4,880	2.1%
	비중	18.8	0.7	3.7	75.9	0.1	0.8	0.1	100	

주) 1. Energy Balances of OECD Countries 2002~2003, IEA 2005 Edition
 2. 신재생에너지 통계 2005

2) 바이오 연료산업

전세계적으로 추진되고 있는 바이오 연료산업 분야는 크게 바이오 디젤분야, 바이오 에탄올, LFG가스(Land Fill Gas)등이 있으며, 중점적으로 육성하고 있는 분야는 자동차연료생산과 직접적인 관련이 높은 바이오디젤과 바이오 에탄올을 들 수 있다.

바이오 디젤은 유채, 콩, 해바라기 등과 같은 유지작물에 서 채종유를 통해 에스테르화반응을 거쳐 생성되며, 미국, 브라질, EU, 말레이시아 등의 많은 나라에서 경유와 혼합하여 자동차용 연료로 사용하고 있고, 우리나라에서도 아직 본격적인 시판이 이루어지지는 않았으나 시범보급 상태에 있다.

바이오 에탄올은 보리, 옥수수 등 전분계 작물을 당분으로 다시 알콜발효 하여 바이오에탄올을 만들며 미국, 브라질, EU, 중국, 인도, 태국 등에서 곡물자원을 이용하여 휘발유와 혼합하여 사용하고 있다. 그러나, 바이오 에탄올분야는 전분계작물의 가격이 높은 관계로 바이오디젤과 비교하여 경제성이 떨어지는 단점이 있으나 지속적인 원료작물의 개발이 이루어진다면 환경이나 경제적인 측면에서 파급효과가 클 것으로 예상된다.

다음 <그림 2>는 유지작물, 전분작물, 섬유작물, 유기성 폐기물을 통해 생성되는 바이오디젤, 바이오에탄올, 메탄올, 열, 전기, 가스등의 바이오에너지를 생산하는 과정을 나타낸 것이다.

3. 새만금 간척지와 바이오에너지

가. 바이오에너지 생산의 기지화

현재 우리나라는 바이오연료작물을 재배하기에는 경지면적이 협소하여 대단위 지구에 집단적인 생산체계를 확립하기에는 효율성이 떨어지며 정부의 정책적 지원에 있어서도 기존의 농경지를 바이오작물로 유도해야 하기 때문에 어려움이 많은 상태이다. 그러나, 현재 개발 중인 새만금 간척지를 활용한다면 향후 이해관계의 대립에서 비교적 자유롭고, 대규모 집단적인 바이오에너지작물 생산이 이루어져 여타의 선진국과 견주어 손색이 없는 바이오에너지생산 기지를 확보할 수 있다. 또한, 새만금간척지는 변산반도 국립공원과 인접하여 있어 바이오에너지생산과 더불어 경관자원을 제공할 수 있어 활용가치가 높은 이점을 가지고 있다. 이러한 여건으로 볼 때 바이오연료의 생산단지로 적합한

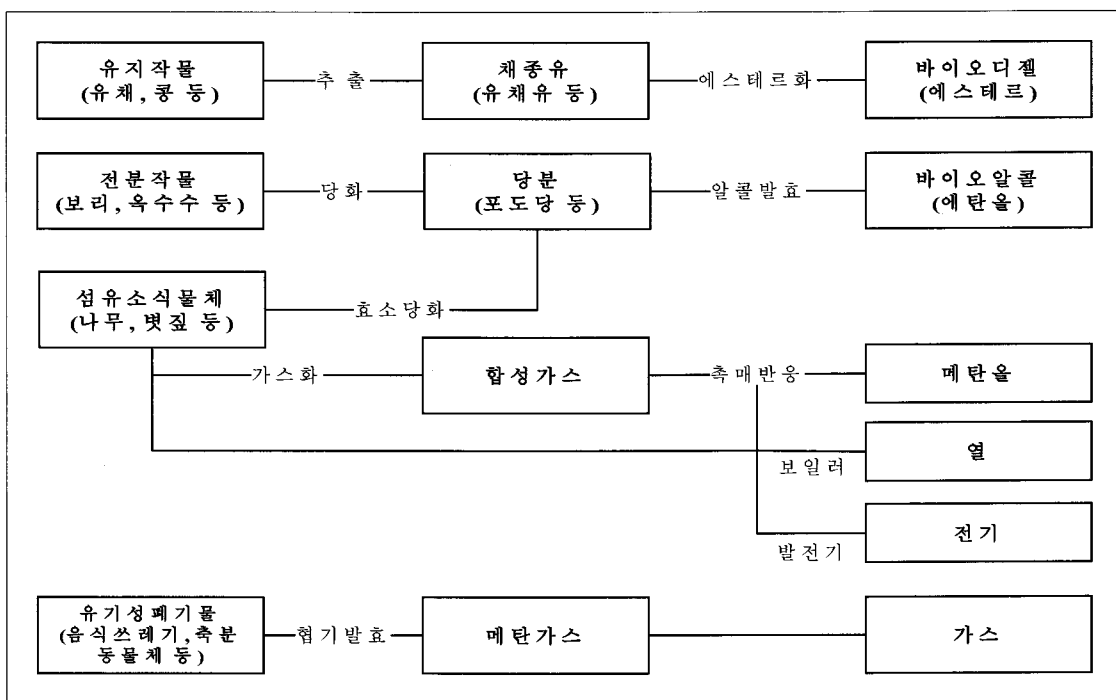


그림 2 바이오에너지의 변환시스템 구조도

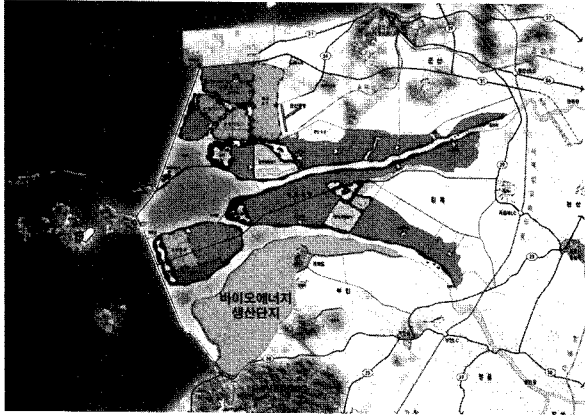


그림 3 새만금 바이오에너지 생산단지(예)

지역은 <그림 3>에서 보는 바와 같이 동진강 수역인 부안군 계화도 인근의 농업용지가 적절할 것으로 판단된다. 이 지역은 향후 새만금 담수호의 관리수위를 -1.50 m로 유지할 경우 약 4,000 ha이상의 면적 확보가 가능하여 대규모 바이오연료 생산단지 조성이 가능하고, 기타 에너지 가공 시설을 완비할 수 있어 여러모로 활용가능성이 높은 지역이라 할 수 있다.

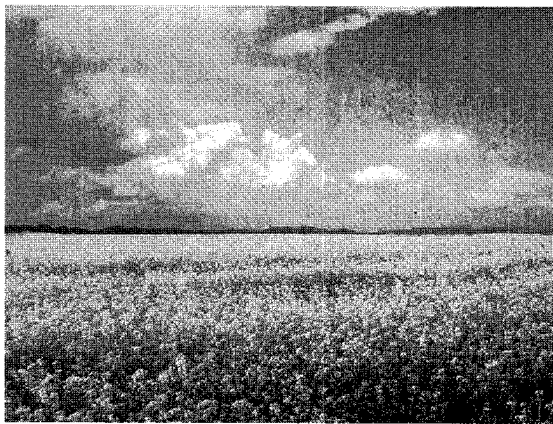
나. 새만금바이오에너지 생산가능 작물

새만금간척지는 일반 농경지에 비해 토양이 함유하고 있는 염분농도가 높고 토양내 작물정상생육에 필요한 유기물이 부족한 상태이다. 따라서, 새만금간척지에 내염성 있는 바이오에너지작물을 재배하기 위해서는 현지 여건에 적합한 구체적인 작부계획이나 에너지작물의 선정 및 개발이 필요한 상태이다.

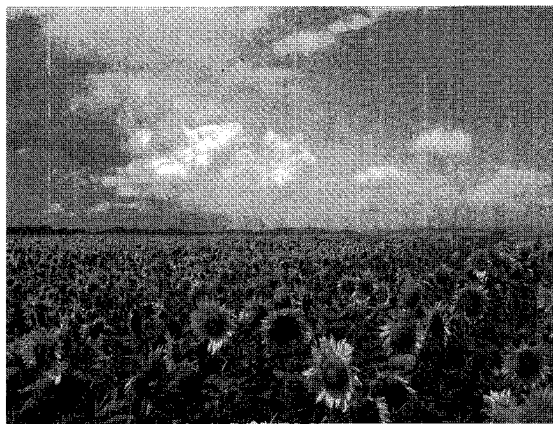
따라서, 일반적으로 바이오에너지 작물 중 간척초기에는 내염성이 비교적 강한 보리, 밀, 대두, 유채, 옥수수 등의 바이오에너지 작물을 재배하도록 하고, 점차 제염과 토양성숙이 이루어질 경우 작부체계를 활용한 본격적인 바이오에너지 작물의 재배를 검토해야 할 것으로 판단된다. 또한, 바이오에너지작물은 인근 농가에서 재배하는 작물과 차이가 있어 이해관계 등 대립이 적으며, 바이오에너지작물의 경제성만 확보한다면 에너지부문에서도 사회·경제적인 큰 파급효과가 있을 것으로 판단된다. 다음 <표 3>은 새만금간척지에 활용이 가능한 바이오에너지작물의 특징 및 활용을 나타낸 것이고, <그림 4>는 새만금간척지 적용가능 작물의 (예)를 나타낸 것이다.

표 3 새만금간척지에 활용가능한 바이오에너지작물

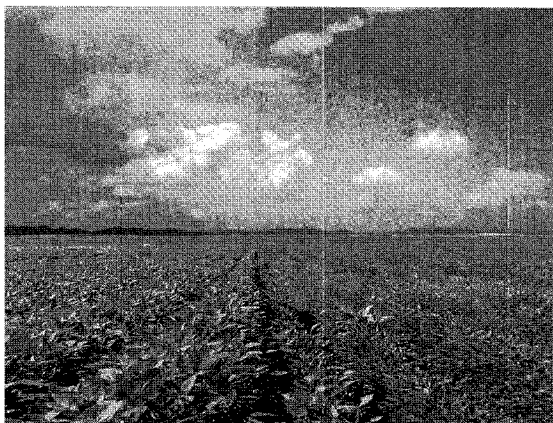
바이오에너지 작물	특 징	활 용
유 채	<ul style="list-style-type: none"> - 우리나라에서 보편적으로 알려진 바이오에너지 작물 - 어느 정도 제염이 이루어진 상태에서 적용이 가능 - 관광자원과 연계가능, 에너지생산, 토양도 비옥도 향상, 식물학적인 제염 등의 장점이 있음 	바이오 디젤
대 두	<ul style="list-style-type: none"> - 내염성이 비교적 높은 작물 - 초기에는 많은 수확량을 기대 할 수 없으나 점차로 토양성숙이 이루어질 경우에는 다량의 바이오에너지를 생산할 수 있음 - 바이오에너지 생산외에도 식용유료의 활용이 가능하며, 토양의 비옥도 향상면에서도 활용가능 	바이오 디젤
해바라기	<ul style="list-style-type: none"> - 유채와 함께 바이오에너지 작물 외에 경관작물로 많이 이용 - 작물재배전 토양개량 효과로 간척지토양에서 작물생산성 향상 - 대기오염물질도 삭감시켜주어 대기 정화용 작물로도 활용 	바이오 디젤
옥 수수	<ul style="list-style-type: none"> - 내염성이 중정도로 토양성숙이 이뤄진 다음에 재배가 가능 - 옥수수는 주로 바이오에탄올로 주로 이용 - 미국과 중국에서는 기존 휘발유에 10%가량 혼입하여 사용 	바이오 에탄올
보리, 밀	<ul style="list-style-type: none"> - 비교적 내염성이 높은 작물 - 새만금 간척지에서 활용가능성이 높음 - 식용으로 보리, 밀을 이용 - 작물가격이 높아 바이오에너지작물로 비효과적일 수도 있음 	바이오 에탄올



(유채)



(해바라기)



(대두)



(보리)

그림 4 새만금 간척지 바이오에너지 적용가능 작물(예)

5. 맺음말

산업혁명이후 인류는 석탄, 석유, 가스 등의 화석에너지를 이용하여 사회, 문화, 과학, 경제에 이르기까지 수많은 발전을 가져오게 하였다. 그러나, 이로 인하여 지구는 온난화라는 커다란 환경오염을 초래하게 되었고 화석에너지의 고갈이라는 위기를 초래 하게 되었다.

이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 세계 각국에서는 신·재생에너지 개발을 추진하고 있으며 이중 생물체를 이용한 바이오에너지 개발이 향후 에너지위기의 대안으로 부각됨에 따라 과감한 연구개발과 정책적 지원 등을 추진해오고 있다.

이와 관련 우리나라도 국제화로 인한 환경규제에 대비하고, 환경오염 방지를 위한 대안을 수립하여 에너지 위기에 대처하기 위해서는 새만금과 같이 규모화와 집단화가 가능

한 대단위 간척농지를 활용 바이오에너지 조성 방안에 대한 종합적인 연구와 개발계획 등이 수립되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 김래현. 2005. 바이오매스의 에너지 변환과 산업화
2. 농촌진흥청 호남농업시험장. 2002. 한국의 간척지 농업
3. 국토연구원의 4개기관. 2006. 새만금 간척용지의 토지이용 계획 수립연구(공청회 자료)
4. 미래농정연구원. 2005. 산업용 원료(바이오에너지)로 사용 가능한 농작물의 경제성 분석 및 정책적 지원방안 연구
5. 산업자원부. 2006. 신재생에너지기술개발사업
6. 에너지경제연구원. 2005. 신·재생에너지 전력시장 활성화 방안
7. 에너지관리공단. 2006. 에너지 신·재생에너지 통계 2005
8. 에너지관리공단. 2005. OECD 신재생에너지통계
9. 에너지관리공단(<http://www.energy.or.kr/>)