開途国의 에너지問題

— IBRD 報告書(下) —

合成燃料

그 자체가 연료인 석탄 및 天然가스는 보다 큰 需要와 価値를 지니고 있으며, 국내 및 외국시장으로의 운반이 간단한 合成燃料 또는 合成原材料로 전환시켜 사용할 수 있다. 현재 이같은 전환이 고려되고 있는 것은, 석탄 및 천연가스로부터 自動車用 燃料를 생산하는 경우이다. 정유공장에서 찌꺼기 重油로부터 輕質油를 뽑아내는 것과 같은 방법으로 타르샌드에서 뽑은 대단히 重質인 原油를 加工하는 것도 합성연료의 일종이라고 볼 수 있다.

△石炭의 가스化 및 液化

석탄은 가공하면, 石炭가스나 液化燃料가 된다. 현재의 가스화 방법은 일반적으로, 蒸気와 함께 炭素를 部分燃焼시켜 가스를 뽑아내는 방법이다.

空気를 사용하면 低칼로리가스가, 酸素를 사용하면 高칼로리 가스가 얻어진다. 천연가스에 필적할 석탄가스를 얻는 데에는 다시 가공이 필요하다. 油価상승때문에 석탄가스가 다시 관심을 모으고 있으나 현재의 가스화 기술에는 2개의 큰 결점이 있다. 하나는 가스転換器의 능력이 작아서 동시에 몇개의 전환기를 사용하지 않으면 안된다는 것이고, 다른 하나는 가스전환기의 圧力이 작아서, 다시 가스를 가공할 경우에는 가스를 圧縮하지 않으면 안된다는 점이다. 현재로서는 85년 이전에 새로운 기술실험으로 개량된 工業加工法이 생길 가능성은 없다.

中程度의 英国熱量単位(Btu)인 석탄가스는 국내에서의 熱源으로서 적당하며, 그대로 사용할 수 있다. 中Btu석탄가스는 이미 충분히 상업단계라고 말할 수 있는 2개의 加工過程을 거쳐 合成天然가스(SNG)로 전환할 수 있다. 또 석유에서 만들어지는 원료를 암모니아의 원료로 대체할 수 있다. 그러나 석탄가스에서 암모니아를 생산하는 방법은, 天然가스의 경우보다 資本集約的이고, 게다가 암모니아 1톤당 필요한 에너지 소요가 크다. 종래의 가스化방법으로 얻어지는 中Btu 석탄가스는 소규모 제철소의 鉄鉱石 直接還元剤로 적당하다.

석탄은 메타놀 생산에도 사용된다. 현시점에서 商業化된 석탄 메타놀플랜트는 없지만, 몇개의 플랜트가 선진국에서 계획단계에 있다. 석탄은 휘발유 및 経油 등 液体炭化水素의 생산에 사용할 수 있다. 휘발유, 경유 연료의 합성은 현재 南아프리카에서만 하고 있다. 그곳에서 사용되고 있는 기술은, 独逸에서 개발되어, 제2차 대전중에 유럽에서 널리 사용된 피셔·트로프슈 法이다. 부산물로는 암모니아, 연료가스, 溶媒 및 樹脂가 얻어진다. 액화연료의 생산코스트는 완성품 1배럴당 40~60달러로 추정된다. 액화공장의 계획 및 건설에 필요한 리이드타임은 약 5~7년이며, 개도국이 90년 이내에 석탄으로부터 합성액화연료를 상당량 생산할 가능성은 없다. 低코스트의 국내탄을 갖고 있지만, 국내 肥料市場이 크고, 천연가스 자원을 조금밖에 혹은 전혀 갖고 있지 않은 나라에서는 投資와 経営코스트의 低減이 가능하다면, 석탄을 사용하는 肥料플랜트가 경제성이 있다.

많은 나라에서는 석유연료의 都売価格과 경쟁가능한

코스트로, 석탄에서 합성연료를 생산할 가능성이 있다. 그러나 사용될 많은 기술이 복잡하고 위험하며, 플랜트의 資本코스트가 높고, 플랜트 기획 및 건설의 리이드타임이 길다. 따라서 90년까지의 10년동안 석탄사용의 합성연료가 개도국의 에너지수요를 상당히 충족시키기는 어려울 것이다. 개도국중에서도 비교적 발전도가 높은 나라(브라질, 인도, 터어키, 유고슬라비아)는 石油는 없지만 石炭資源이 풍부하므로 90년 이내에 石炭液化 시험공장을 건설할 수 있을 것 같다. 또 석탄산지 근처에 공업용 合成石炭가스공장을 건설할 수 있을 것이다.

△메타놀

天然가스에서 메타놀을 얻는 방법은 국내 에너지 수요 및 원재료수요를 충족시키는데 있어서 매력적인 방법이며, 또한 메타놀로 전환시킨 天然가스는 長距離輸出에도 적당하다. 이 방법이 26년에 개발되기 이전에는, 市販에 적합한 규모의 메타놀을 생산하는데 木材 및 기타 바이오매스가 사용되었다. 현재 메타놀은 나프타, 残滓油 및 天然가스로부터 생산되고 있다. 이들 원재료는 제 1 단계로 合成가스(一酸化炭素 및 水素)로 가공되고 다음에 촉매에 의한 반응을 이용한 여러가지 방법으로 메타놀로 변화한다. 현재는 연간 10만~80만 톤의 능력을 가진 공장에서 天然가스의 蒸気処理에 의해 대부분의 메타놀이 생산되고 있으며 이 기술의 信頼性은 높다. 메타놀 生産코스트는 재료인 천연가스의 가격과 생산설비의 규모에 따라 달라진다. 현재 그 코스트는 1톤당 95~1 백70달러(石油 환산 1배럴당 25~45달러)이다. 국제시장에서 경제적으로 활동하는 표준적인 메타놀공장은 연간 30만톤 생산규모(석유환산 하루 약 3천 6백배럴)이며, 그 투자요소액은 약 1억 4천만달러(80년 가격) (石油환산 b/d 생산능력당 3만 9천달러)이다.

역사적으로 볼때 메타놀은 주로 化学中間製品으로 이용되어 왔다. 80년의 약 1천 1백~1천 2백만톤인 세계추정소비량 중 약 50%는 포름 알데히드 생산에 사용된 것으로 보인다. 메타놀의 세계수요는 77~90년 사이에 年率 62%의 신장을 나타낼 것으로 추정된다. 그러나 앞으로 메타놀의 새로운 이용방법이 나올 것으로 볼때, 이 추정은 낮게 잡은 것이라고 볼 수 있다.

메타놀의 새 이용방법 중에서 가장 핵심적인 것은 휘발유로의 전환이다. 뉴질랜드 정부는 推定코스트 5억~6억 5천만달러, 하루 1만 2천 5백배럴의 생산능력을 갖는 공장의 건설을 결정했다. 생산될 휘발유의 추정코스트는 1배럴당 50~60달러(註 1)로 예상된다. 그 밖에 메타놀의 중요한 이용방법으로는 휘발유의 옥탄価改良剤, 単純蛋白質(SCP) 생산의 원재료 등, 化学原材料로 이용되는 것과, 피크 時의 発電用 등이 있다.

天然가스 부존이 소량이기 때문에 LNG수출이 바람직하지 않거나, 국내시장이 좁아서 대대적인 개발이 적당치 않은 사정을 가진 일부 開途国이 있다. 剰余天然가스는 메타놀로 전환시켜서 수출용으로 하고, 장기적으로는 휘발유, SCP 각종화학제품의 原材料用으로 이용해야 할 것이다.

(註 1) 原油価格을 1 배럴당 28달러(FOB)로 가정한 경우의 정제 휘발유가격은 43.50달러이다.

再生 可能한 에너지資源

재생 가능한 에너지는 다음과 같이 세가지로 분류할 수 있다. 즉 ①전통적 고체형태의 바이오매스(木材, 농업 찌꺼기) ②비전통적 형태의 바이오매스 (액체및 가스상태 연료로 변환된 것) ③太陽, 風力 및 水力(註 1)이다.

많은 開途国이 전통적인 에너지源에 크게 의존하고 있고, 그 대부분이 燃料木材, 木炭, 곡물찌꺼기, 動物糞 등의 재생 가능한 에너지이다. 貧困国에서는 에너지소비총량의 1/2~3/4이 이들 에너지源이며, 아시아에서는 50~65%, 아프리카에서는 70~90%로 차이가 있다. 중소득국에서도 농촌 및 도시의 빈곤층에는 이들 에너지源이 특히 중요한 역할을 하고 있다. 이들 에너지源 전체는 石油환산 하루 8백 50만 배럴로 보이며, 中共을 포함한 開途国전체소비량의 약 20~25%를 차지한다.〈註 2〉 농촌 및 도시빈곤층의 에너지용도는대부분이 요리용이다. 현재 開途国의 22억 5천만명이 요리용으로 전통적 연료를 사용하고 있는 것으로 추정된다.

△燃料木材의 危機

요리용을 포함한 家庭用 에너지로서 가장 중요한 에너지源인 木材의 需要는 공급을 훨씬 앞질러 증가하고 있다. 집근처에서 간단히 木材를 구할 수 있었던 농민들도, 현재는 한나절 혹은 그 이상을 木材를 採取하러 돌아다니지 않으면 안된다. 그래서 도시의 빈곤층은 수입의 많은 부분을 목재구입에 써야한다. 많은 開途国에서는 특히 農村地帯에 타격을 주는 제 2 차 에너지危機에 직면하고 있다고 한다. 이같은 燃料危機의 규모는 매우 심각하다. 한 例를 들면, 開途国의 森林은 전체의 1.3%, 1천~1천 5백만ha가 1년 동안에 소비되고 있다. 半乾燥地域 및 山岳地域에서의 伐採 상황이 가장 심각하여, 浸食, 沈泥, 遺棄 등 여러가지 악영향이 발생하고 있다. 목재의 소비가 이런 추세로 계속될 경우, 동물과 식물 찌꺼기가 연소, 토지의 귀중한 영양소가 되어 有機的인 밸런스를 유지하기 위한 물질을 잃어가고 있는 것이다. 動物糞이 연소되는 양은 연간

2백만톤의 질소와 燐에 상당하는 것으로 추정된다. 다른 또 하나의 측면은, 만약 전체 開途国의 가정이 현재 사용하고 있는 전통적인 연료 대신 등유를 사용하기 시작한다면, 開途国의 석유수요는 15~20% 상승할 것이다.

연료목재의 위기가 이미 심각한 상황에 이르고 있지만, 植木 및 목재의 효율적인 燃燒를 도모하는 경제적, 기술적으로 건전한 救済手段이 아직은 남아 있다. 開途国에서 2000년까지 5천만ha정도의 나무를 심는다면, 국내의 요리용, 난방용 목재수요를 조달할 수 있을 것이다. 〈註3〉 이것은 현재 수준의 5배로 나무를 심지 않으면 안된다는 것을 의미한다. 현재 수준과 필요한 수준의 차이가 전체 지역에서 크지만, 특히 아프리카가 더 심해서 아프리카에 충분한 연료목재의 공급을 도모하기 위해서는 현재의 15배 수준으로 나무를 심어야만 한다. 이미 침식의 악영향이 심각한 아시아에서는 植木의 増強뿐만 아니라 아울러 침식의 防止手段이 채용되지 않으면 안된다.

改良型炉를 설계, 보급함으로써 연료목재 사용의 효율화가 가능하다. 간단하고 값싼 改良型炉가 여러가지 개발되고 있지만, 그 보급이 늦어지고 있다. 현재 필요한 것은 低所得世帯에 대해, 燃料節約의 중요성을 인식시켜서, 改良型炉의 適性과 恩恵를 이해시키는 것이다. 炉를 만드는 소규모 공장건설에 대한 자금지원도 필요하며, 판매시장에서의 普及策, 지역에 적합한 코스트가 낮은 디자인의 연구개발을 통해 지원하지 않으면 안된다. 木炭, 연탄, 豆炭, 톱밥, 농업 및 농작물가공장의 찌꺼기를 도시와 농촌에 공급하는 시스팀을 구축하여, 이들의 이용을 촉진할 필요도 있다. 이들 바이오매스물질은, 가정용 이외 부문에 있어서도 경제적인 에너지源를 공급할 수 있다. 농촌지역에는 木材燃焼発電이 중요한 전력공급 역할을 할 수 있을 것이로 보여진다. 農作物加工場의 찌꺼기는 농업관련 공업의 低코스트 연료源이 될 것이다.

△ 바이오매스로부터의 液体燃料

바이오매스의 液体燃料로의 전환은 開途国에있어서, 開発 및 応用할만한 장래성있는 분야이다. 어떤 종류의 바이오매스로부터 에타놀(에틸알콜)등의 알콜을 재취하는 것은, 상업적으로도 이미 확립된 기술이다. 메타놀(메틸알콜)도 목재로부터 채취할 수 있다.

알콜연료의 이용은 運輸부문에서의 석유제품 소비를 低減시킨다. 에타놀은 사탕수수, 사탕무우, 糖蜜 등의 含水炭素糸물질의 発酵 및 蒸留에 의해 생산되지만 상업화로 사용되는 것은 극히 적다. 에타놀은 그 자체로서, 혹은 80%(최저로) 휘발유를 혼합시켜서 자동차연료가 된다. 에타놀이 갖는 比重効果, 燃燒特質, 옥탄価増強効果에 의해 그 혼합은 低에너지性을 補強할 수 있다. 한계가 있지만, 엔진을 약간 개량함으로써 에타놀은 같은 量의 휘발유로 대체할 수 있다. 메타놀과 휘발유의 혼합물은 자동차용으로 사용하는 것은 더욱 곤란하여, 가까운 장래에 실현될 전망은 없다.

알콜생산의 경제성은 바이오매스원료의 코스트에 따라 좌우되지만, 바이오매스원료의 코스트는 土地의 利用可能性, 農業生産性, 労動코스트 등의 요인에 따라 크게 영향받는다. 필요한 資本코스트도 여러가지이다. 대규모 공장이 설계되어 건설된 예는 거의 없지만, 연간 2천만ℓ (하루 약 3백50배럴)를 생산하는 공장의 코스트는 1천~2천만 달러이고, 약 5천~6천ha의 사탕수수밭을 필요로 한다. 이미 서술한 世銀의 연구로는, 다음 2가지 경우의 알콜생산이 경제적으로 적당하다고 한다. 하나는 브라질과 같이 다량의 사탕수수(혹은 기타 바이오매스)가 低코스트로 생산될 수 있는 경우, 또 다른 하나는 케냐와 말리 같이 원격지 砂糖工場으로부터의 잉여 糖蜜이 이용될 수 있거나, 砂糖이 低코스트인 경우이다. 〈註4〉 生産을 효율화하고, 코스트를 低減시키는 연구개발이 행해지고 있지만, 획기적인 技術革新이 과연 가능한지를 판단하는 것은 아직 時期尚早이다. 목재등과 같이 작은 토지에서 소규모 농업자가 효율적으로 재배할 수 있는 원재료에서 에타놀을 생산하는 기술은 특히 권장될 만하다. 이것은 食糧 또는 燃料中 어느쪽에 더 비중을 두느냐하는 선택의 문제를 완화시켜 開途国의 에타놀생산의 범위를 확대하여 국내 에너지생산의 고용의 혜택을 증대시키는 것에 이바지 할 수 있다.

△ 바이오매스로부터의 가스燃料

55~65% 메탄을 포함한 바이오가스는 동물, 식물 및 인간의 배설물을 분해하여 만들어진다. 그 용도는 목재연료의 수요를 완화시켜 직접 요리용으로 사용된다. 또 바이오가스의 원료는 肥料로서의 가치를 가지며, 흙에 환원될 수 있다. 中共 및 印度는 대규모 바이오가스·프로그램을 여러가지로 계획하고 있지만, 그 成功度는 각기 다르다. 가정단위의 바이오가스이용이 경제적이냐 아니냐 하는 것은 가스発生器의 건설코스트 및 운영코스트와 가정의 소득과 관계가 있으며 또 다른 연료코스트와의 비교를 통해 판단될 수 있다. 목재 및 기타 炭水含有物質(짚, 果実殻, 석탄, 왕겨)을 부분연소시키면 低칼로리의 가스상태인 혼합물(生産가스)이 얻어진다. 이것은 액체 또는 가스연료용으로 설계된 보일러에 사용할 수 있고, 여과해서 内燃機関의 연료로도 사용된다. 생산가스는 많은 찌꺼기를 가져오는 농업관련공업의 연료로도 사용할 수 있다. 연구개발에 자금을 투입하고, 공업화실험을 장려하며, 효과적인 보급등

을 강구한다면 바이오가스 및 生産가스의 생산은, 농촌지역에서 한층 더 활발하게 될 것이다.

△太陽, 風力, 水力의 直接利用

태양, 풍력, 수력은 開途国에 있어서 제3의 再生可能에너지이다. 소규모 水力및 風力 프로젝트에 대해서는 그 技術이 확립되어 있지만, 経済的으로 가능한지 아닌지는 立地適性에 따라 다르다. 그러나 이것에 대해서는 최근까지 경험이 부족하므로, 앞으로 그 가능성에 대해서 研究가 진척되지 않으면 안된다. 平板集熱体를 사용한 온수기는 기술적, 경제적, 상업적으로 넓은 용도를 확립하고 있는 太陽熱利用 기술이다. 국내에서 독자적으로 温水器를 제조하고 있는 開途国도 있어, 다른 나라도 이것을 배울 수가 있다. 平板集熱体는 가정과 공업용 온수의 경제적인 供給源이며, 穀類乾燥등, 농업용 熱源도 된다.

태양에너자를 직접 전기로 바꾸는 太陽光電池는 기술적으로 볼 때 開途国이 이용하기에 적당한 방법이다. 왜냐하면 비교적 수명이 길고, 조작이 간단하기 때문이다. 그러나 太陽光電池의 電気코스트가 낮다고 해도 2달러/Kwh 수준이고, 상업적으로는 원격지의 소규모 발전(통신반복기지, 航行用 브이 및 히콘등)에 사용 가능한 상태이다. 소규모 관계농업에의 전기공급, 소규모 상수도 펌프에의 전기공급, 보다 대규모로는 한 촌락에 전기를 공급하기 위해 太陽光電池를 이용하는 시험이 몇몇 開途国에서 행해지고 있다. 〈註5〉 태양광전지에 의한 전기 코스트가 낮아진다면, 中期的 으로는 이 시험은 충분히 경제성을 가질 가능성이 있다.

△再生可能한 에너지의 利用可能性과 問題点

일반적으로 開途国은 太陽과 바이오가스資源이 풍부하다고 할 수 있다. 농촌지역 같이 에너지소요가 小規模이고 더구나 광범위하게 분산되어 있는 경우에 특히 적당한 방법이므로 従来型의 에너지源을 갖지 못했거나 그것이 高価格인 조건하에 있으므로 再生可能한 에너지의 경제성은 선진국에서부터 서둘러 실현시켜야 할 것이다. 開途国이 조속히 재생가능한 에너지를 개발할 수 있을지의 여부는 이것을 추진할 組織을 어떻게 創設하여 強化하느냐에 달려 있다. 재생가능한 에너지의 역할을 확정하여 각종 기술에 우선도를 붙이고 사용가능한 자원을 결정하는 統一性을 가진 国家에너지計劃이 필요하며, 이것이 없다면 진전은 기대할 수 없을 것이다. 특히 재생가능한 에너지의 개발프로그램이, 중요政策이나 予算確保와 관계되는 경우는 더욱 그렇다. 재생가능한 에너지를 광범위하게 이용하기 위해서는 도시와 농촌의 貧困層에 보급, 공급하는 시스팀을 검토하고, 기술적·사회적 지원과 信用供与 편의를 제공하지 않으면 안된다.

재생가능한 에너지의 개발에 세번째로 중요한 분야는 研究 및 諸技術의 현지 環境으로서의 応用이다. 開途国은 自国만의 힘으로는 재생가능한 에너지자원의 評価開発에 필요한 기술을 가질 수 없다. 선진공업국이 연구해서 개발한 기술을 어떻게 選別해서, 어떻게 応用할지의 능력도 開途国은 부족하다. 이같은 결점을 보완하기 위해서는 開途国의 国家研究프로그램을 強化하는 한편 구체적으로 각각의 再生에너지 技術 연구에 관한 国際프로그램의 企劃 가능성이 검토되지 않으면 안된다.

〈註1〉 大水力発電도 재생가능한 에너지의 한 형태이다.

〈註2〉 石油로 대체시킨다면, 겨우 3백만b/d가 된다. 목재와 木炭과 비교하면 등유나 휘발유炉는 효율적이기 때문이다.

〈註3〉 生産高는 地域에 따라, 木材의 種類에 따라 다르지만, 평균 연간 1ha당 약 10m³이다. 成育度 도 여러가지이지만, 早期成育型의 연료목재로는 보통 10년 미만이다.

〈註4〉 주요한 전제는 다음과 같은 것이다. 精製後의 휘발유 가격을 1갤론当 1달러(페르샤湾 原油가격 1배럴 당 30달러에 상당함)로 잡고, 실질 年 3%상승으로 본다. 공장건설비가 中程度이고, 사탕수수 引度価格이 1톤당 14달러 이하(糖蜜의 경우 1톤당 60달러 이하)라고 한다면, 총투자코스트의 収益率은 10%를 초과한다. 현재 설탕의 세계가격은 높고, 대개의 국가에서 사탕수수는 前記価格을 상회하고 있다. 그러나 85년까지는 설탕가격이 低下할 것으로 예상되며, 1톤당 14달러 이하(80년 달러)가 될 가능성이 높다고 판단했다.

〈註5〉 UNDP는 말리, 수단, 필리핀에서 太陽光電池 및 太陽熱発電을 이용한 소규모 관개펌프의 실험을 하고 있으며, 실시주체는 世銀이다. *