최근의 브라질 자동차 연료 동향

남 기 두
(일산실업(주) 생산이사)

■목 차■

Ⅰ. 서론
Ⅱ. 최근의 브라질 현황
1. 자동차와 연료의 종류와 가격
2. 연료알콜의 생산 현황
가. 알콜협회
나. 원료 및 연료알콜 생산
다. 세계적인 환경도시 꾸리찌바
라. 친환경 자동차 에너지의 연구개발
마. 산업 인프라
Ⅲ. 요약 및 제언

Ⅰ. 서론

대기오염의 저감은 하나 뿐인 지구 보존과 우리의 생명을 영위하기 위한 절대절명의 과제이다. 최근 국내에서도 가스홀의 실용화 등 대체에너지 개발에 또다시 관심의 초점이 되고 있는 실정이다. 대체에너지는 이제 일과성의 이슈가 아니라 국가 경쟁력과도 직결된다고 생각된다. 특히 가스홀의 실용화는 석유자원의 감소, 원유가의 앙등, 온실가스 감축문제 등으로 인해 유럽연합을 포함한 선진국을 중심으로 중요한 정책으로서 추진되고 있다.

대체에너지 개발보급의 성공 여부는 국가적인 차원에서 일관성있는 정책 지원과 함께 지속적인 뒷받침 되지 않으면 그 효과를 기대하기 어렵다. 우리는 1970년 이후 두 번의 석유위기를 겪으면서 동력자원부 신설 등 부산을 떨다가 석유가격이 수 년간 안정되자 어느덧 동력자원부는 산자부 산하 일개국으로 축소 흡수되었던 경험을 가지고 있다. 또한 대체에너지 개발에 국가 예산을 많이 투입하였으나 연구보고서로 만족하였다. 그러나 지난날의 연구 및 경험을 바탕으로 하여 장기적인 대체에너지 개발, 지구 온난화 방지 및 대기오염물질의 배출저감을 위한 정책개발이 그 어느때보다 절실히 필요한 시기라고 생각되어 진다.

이번 브라질의 방문은 가스홀 사용사례를 직접 조사하여 정책개발 또는 시범보급을 위한 제도나 조례 마련을 위한 자료를 제공하고자 추진되었다. 또한, 대학에 설치된 RRC(지역연구센터)에서 외국의 사례를 학술적으로 연구 조사하여 신중한 접근을 하거나 벤치마킹을 하면 가스홀 실용화를 더욱 앞당길 수 있을 것으로 확신한다.

II. 최근의 브라질 현황

1. 자동차와 연료의 종류와 가격

브라질에는 세 종류의 자동차 연료가 있다. 그 종류를 보면 연료알콜(E100, 에탄올 함유량 96% 이상), 가소리나(gasolina, E25)[1] 및 경유(diesel)이다. 브라질 시내를 주행하는 자동차는 대부분 국민차로 분류되고 있는 가소리나 전용차인 소형차(1000cc이하)가 많았다. 알콜 전용차량과 가소리나를 사용하는 자동차의 구입 기준은 가소리나의 가격이 알콜연료에 비하여 2 배 이상일 때 알콜전용차량을 구입한다고 한다. 그러나 최근에는 자국산 석유생산 및 국제 석유가격의 안정으로 가소리나 차량을 많이 구입하는 추세인 것으로 조사되었다. 자동차의 사용은 우리나라에 비해 오래 사용하는 정서로서 10~30년 된 차량들을 시내에 쉽게 만날 수 있었다. 이는 선진국 문턱에서 좌초되어 그동안 불안한 정치, 사회 및 경제에 대하여 자연스럽게 적응한 결과, 검소에서 비롯되었다고 이해하고 싶고, 자원이 부족한 우리나라의 신차 구입 성향에 비교할 때 시사하는 바가 있었다.

상파울로(Sao paulo) 국제공항에서 숙소로 가는 도중에 그동안 기대되었던 자동차의 배기가스 냄새를 처음 맡아 볼 기회가 주어졌다. 자동차 창문을 열고 도로 위의 공기 냄새를 맡아 보았다. 자동차 배기가스에서 약간의 알콜냄새가 감지되었다. 우려하였던 알데히드 등의 냄새는 감지 되지 않았으며, 상파울로 시내의 공기는 부산시의 대기질과 비교하면 매우 양호한 것으로 느껴 졌다.

자동차 연료 가격은 가소리나(E25) 1.90R$/ℓ (653원/ℓ)[2], 알콜(에탄올함량, 96% 이상)[3] 0.89R$/ℓ (306원/ℓ)에서부터 판매가격이 다양하였고, 주유소 및 지역에 따라 조금씩 달랐다〈표 1〉.

〈표 1〉 주유소 가격 조사표

구 분	종 류	주유소 가격 조사		비 고
		R$/ℓ	₩/ℓ	
가소리나 Gasolina	Super	1.94~2.499	667~860	자동차 연료의 가격은 주유소 및 distributor에 따라 다양하였으며, 우리나라와 마찬가지로 각종 첨가제에 따라 차등 가격으로 판매되고 있는 것으로 조사 되었음
	Common	1.90~2.099	653~722	
알 콜 Alcohol	Super	1.19~1.499	409~516	
	Common	0.89~1.40	306~482	
디 젤 Diesel	Super	1.40~1.55	482~533	
	Common	1.40~1.49	482~512	

1) Gasolina : 무수알콜 25%가 혼합된 자동차 연료
2) 헤알(Real, R$) : 환율 ₩344/R$ (2003, 6월)
3) Alcool : Alcohol의 포르투칼어

가소리나 판매가격 구성을 보면 생산원가 25~26₡/ℓ[4]인 무수알콜 25%와 생산가격 50₡/ℓ인 휘발유 75%를 혼합하면 약 44₡/ℓ[5]의 가소리나 E25가 된다고 알콜협회 관계자가 확인해 주었다.

2. 연료알콜의 생산 현황

가. 알콜협회

마링가(Maringa)[6]에 있는 알콜협회(ALCOPAR), 알콜 및 제당공장인 SABA-RALCOOL社[7]와 이들 공장에서 생산된 제품의 수출을 맡고 있는 USACUCAR社[8]를 방문하였다. 이동하는 동안 고속도로 양쪽에 펼쳐져 있는 옥수수, 밀, 사탕수수 밭의 지평선은 끝이 없었다.

알콜협회 회장을 비롯 여러 조합장들과 상견례한 후 알콜협회 사무실에서 빠라나(Parana)주의 주요 농산물의 재배면적 중 사탕수수 재배와 알콜 생산 현황 등에 대한 video 자료를 시청하였다.

알콜협회 구성은 현재 27개 공장 중 25개 회사가 협회 회원으로 가입되어 있고 이 중 12개 회사는 알콜과 설탕을 생산하며 CPA 회사[9]가 수출을 담당하고 있었다.

나. 원료 및 연료알콜 생산

사탕수수 재배는 1년에 한번씩 수확을 한다. 수확시기에는 사탕수수 농장에 불을 질러 낮은 곁가지를 태워버린 후 인력으로만 벤다[그림 1]. 사탕수수는 7년간 연작이 가능하며 이 기간 중에 5~6번 수확이 가능하다. 7년 연작 후에는 사탕수수 밭은 갈아 엎은 다음 토양개량제와 유기질 비료를 주어 다시 사탕수수 줄기를 심고 수확기간은 6~11월이다.

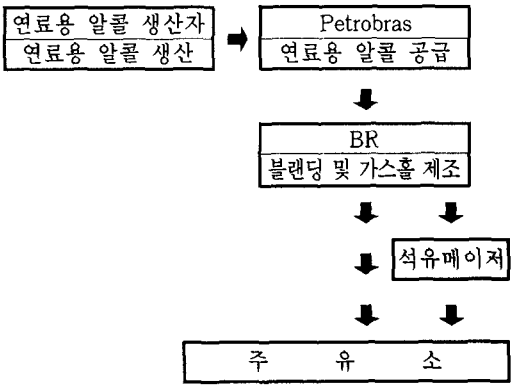
[그림 1] 인력만으로 사탕수수를 수확하는 장면

현재 알콜 생산량은 쌍파울로에 이어 빠라나주가 2위로서 총재배면적(15,946,632ha) 중 약 2.1%(332,892ha)에서 사탕수수가 재배된다. 알콜생산량을 보면 '99/00년에 24,377,522톤을 생산하였다. 특히 브라질은 1931년부터 연료알콜 생산을 시작하였으나 1975년부터 본격적인 생산이 시작되었다.

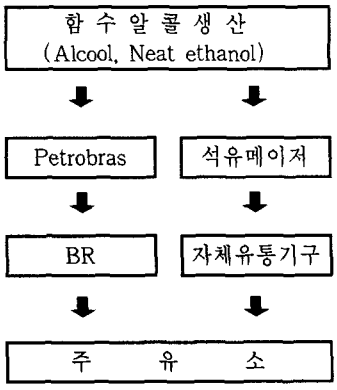
공급체계는 정부의 출자회사인 Petrobras와 자회사(BR)가 휘발류를 단독 공급하고 있었다[그림 2와 3]. 현재 각 주정부는 연료알콜에 대한 tax incentive를 중지하고 시장경제에 가격을 맡기고 있는 것으로 조사되었다.

우리일행이 방문한 SABARALCOOL공장은 Zanini Eng. 會社가 건설한 공장이었다[그림

4) 25~26₡/중 원료원가가 차지하는 비율은 약 60%로 조사되었음
5) 가소리나 E25 : 휘발유 75%×50₡/ℓ + 무수알콜 25%×25₡/ℓ
6) 인구 35만, 56년의 짧은 역사를 가진 소도시, 원추모양의 세계 8대 성당이 랜드마크로서 유명
7) 원당과 알콜을 제조하는 회사명
8) 원당과 함수/무수알콜 제조 회사-4개의 방계회사 소유
9) 알콜협회의 자회사로서 수출입을 전담하는 회사



[그림 2] 브라질의 자동차 연료 유통체계



[그림 3] 브라질의 자동차 연료알콜의 유통체계

4]. 이 공장의 생산공정은 개방형 발효를 거쳐 증류공정의 함수알콜로부터 탈수를 위한 entrainer로써 cyclohexane(CHX)를 사용하여 무수알콜을 생산하고 있었다[그림 5].

생산설비를 보면, 발효조 300㎘(7개, 발효시간 : 35~40시간), 검정조 20㎘(4기), 증류탑(4기로 구성), 제당 농축시설, 기타 저장 등 부대시설이 있었다. 연간 원당 125,000톤은 전량 수출하고, 알콜은 35,000톤을 생산하여 이중 15%는 산업용알콜(농도 93%이상)로 이용되며, 85%는 무수알콜로써 가소리나 제조용으로 공급되고 있었다. 생산공정에 필요한 utility는 착즙 공정에서 나온 bagasse를 연소시켜 증기와 전기를 자가 생산 공급하고 있었다[그림 6]. 그리고 증류과정에서 발생하는 폐액은 폐수처리를 하지 않고 pond에 모아서 주변 농장과 초지에 유기질 비료로써 환원시키고 있었다. 우리나라는 알콜공장이 위치하고 있는 장소(전용 공업단지나 논공단지)에 관계없이 증발 농축 공정에서 발생하는 증기를 반드시 응축시켜 폐수처리를 하고 있는 현실과 크게 대비 되었다[그림 7].

다. 세계적인 환경도시 꾸리찌바

브라질은 카톨릭 신자가 많은 다민족 국가이다. 포르투칼 식민지 기간 동안 유럽문화에 많이 동화되어 브라질 특유의 전통문화 색깔이 많이 퇴색되었고, 유럽영향을 깊이 받은 기

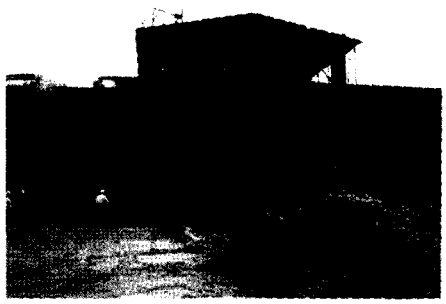
[그림 4] SABARALCOOL 공장 전경(알콜 및 제당 공장)

[그림 5] 무수알콜을 만드는 증류탑

독교적인 종교 벽화가 유명한 관광중심지일 뿐 아니라 환경도시로 잘 알려져 있다.

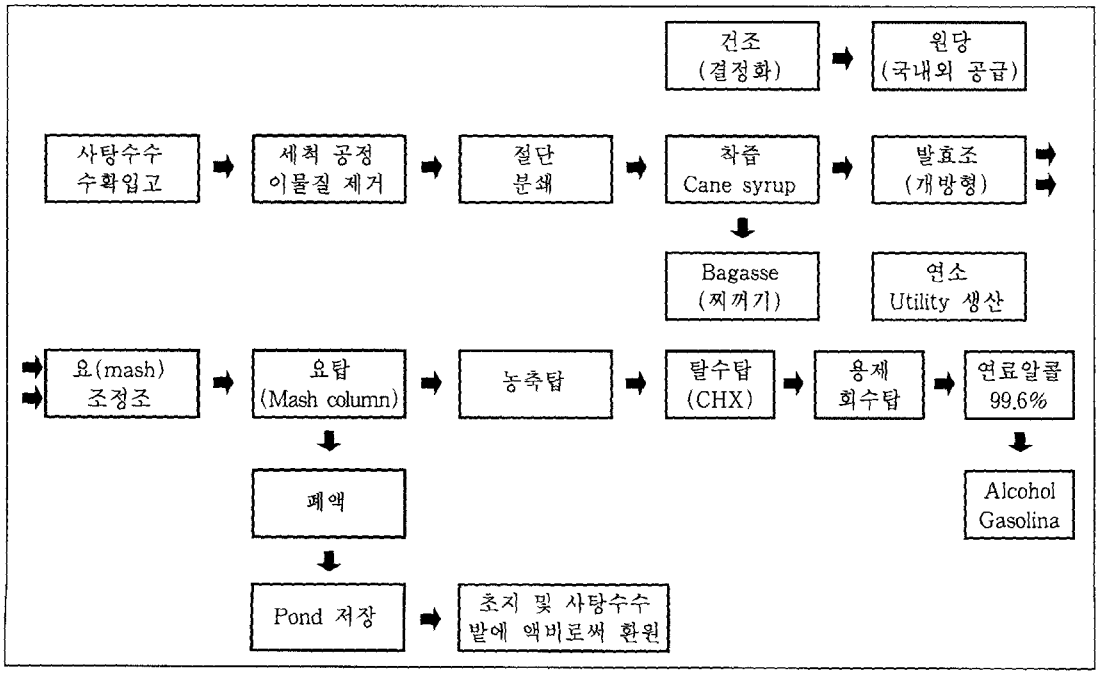
상파울로에서 약 400km 떨어진 대서양 연안 꾸리찌바(Curitiba)시는 빠라나주 수도이다. 이 도시가 환경친화적인 도시로 주목을 받게 된 것은 급격한 도시화로 인한 대중교통 수단의 개발이다.

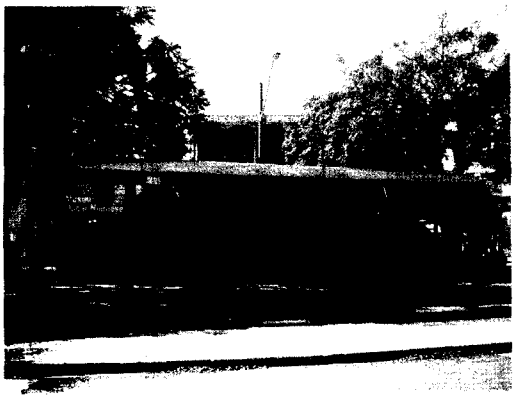
즉, 버스를 지상 위의 지하철처럼 개발하므로써 대중교통수단으로 발전시켰기 때문이다. 이 굴절버스[그림 8]는 워싱톤 보다 더 많은 승객을 km 당 100~200배 싼 비용으로 승객을 수송하면서도 신뢰, 신속, 통합성을 갖춘 대중교통 운송 system으로 운용되고 있었다. 1997년에는 버스요금제도(사회적 요금-비거리 비례제)를 도입하였다고 한다. 이 사회적 요금제도란 단거리 여행자가 장거리 여행자의 교통비를 보조하는 개념으로 전시내 구간 및 위성구간을 동일요금으로 환승할 수 있는 요금제도이다. 보행자 천국(?)으로 자동차 의존도를 낮추어 생태지향적인 도시 공동체를 구축함으로서 우리의 숙주인 생물권과 공존하는 길을 열었다. 꾸리찌바시는 브라질에서 두 번째 자동차 보유도시로써 8개 대도시의 휘발유 평균 소비량보다 30%를 적게 사용하는데 이는 전체적으로 25%의 화석연료 절감효과에 상응한다. 이 결과 지구온난화 방지에 기여하



[그림 6] Bagasse를 연소하여 증기를 발생시켜 공정에 사용하고 남은 증기는 전기를 생산한다

[그림 7] SABARALCOOL 공장의 제조공정도





[그림 8]
꾸리찌바시의 명물로서 대중교통수단인 굴절버스의 증류장은 PET병을 재활용한다는 concept이 담져 있음

는 것이 입증되어 위싱톤의 국제에너지보전연구소로부터 1990년 "세계 에너지 효율상"상을 수상한 환경모델도시가 되었다. 또한, 환경분야의 오스카상으로 일컬어 지는 유엔환경계획(UNEP)로부터도 "우수환경재생상"을 수상(1990. 9. 5)한 바도 있다.

도시의 대기가 청정해야 가로수목이나 담장 등에 이끼류와 곰팡이가 서식할 수 있는데 이 도시에는 곳곳에서 발견되었다. 공원녹지는 까마귀과의 조류인 그랄라 아줄(The gralha azul)이 향토수종인 소나무 열매(파인넛트)를 여름 내내 땅에 묻어 겨울 식량을 준비한다. 그런데 이 까마귀들은 자신이 묻어 두었던 장소를 식량이 필요한 겨울에는 잊어버려 이듬해 새싹이 돋아 나게 되었다. 이렇게 싹이 튼 소나무가 결국 꾸리찌바시를 상징하는 유명한 소나무 숲을 이루게 되었다고 한다. 이 주의 숲은 WTO가 권고하는 면적 보다 4배 이상의 녹지공간을 확보하고 있는 푸른 숲이 있는 도시가 되었다.

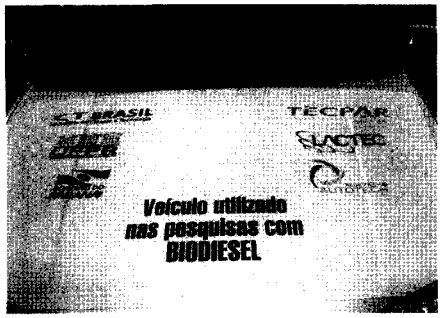
대표적인 랜드마크로는 "오빠라 데 아라메"인데 230톤 철강을 80명의 기능공이 60일만에 완공한 건물로서 1,600m 유리 돔과 1,000명이 동시 관람가능한 시설이다. 우리나라의 속전속결과 같이 공기를 빨리 끝내는 이유는 시장이 단임 임기내 시작한 일들을 끝내기 위해서라고 한다.

다민족 사회로서 각 민족이 개성과 정체성을 유지하면서도 이질감을 극복하고 동질감을 갖을 수 있는 대안으로서 문화사업에 심혈을 기울이는 도시로 잘 알려져 있다. 또한, 환경교육은 "지혜의 등대"로서 유토피아 구현을 위해 BC 4세기에 이집트 알렉산드리아의 역사적인 랜드마크인 파로스의 등대와 도서관에서 영향을 받아 "지혜의 등대"를 공공학교에 만들었다. 여기서는 연구 및 독서센터이자 시의 모든 빈민촌(파벨라)[10]에서 살고 있는 시민에게 문화의 등불을 밝히려고 의도된 교육의 百年大計를 위한 배려이다.

라. 친환경 자동차 에너지의 연구개발

연료알콜을 실용화하기 위해서는 정부 관련기관, 민간 생산업체 간에 공동적인 문제해결의식을 갖고 접근하는 것이 무엇보다 필요하다. 브라질과 같이 대체에너지로서 연료알콜의 소비촉진은 정부주도로 일사불란하게 조정하고 있음에도 불구하고 많은 문제점이 수반되고 있는 바 이를 극복하기 위해서는 정부 부처간 상호협조 및 강한 공동체 의식 그리고 사명감이 요구된다고 조언해 주었다.

10) 파벨라의 어원은 히오(Rio) 데자네이루의 언덕에 있는 "파벨라 브랑까"라는 흰 파벨라 나무에서 유래되었다. 이 나무의 이름은 아름답고 향기가 있는 낭만적인 고유명사였으나 도시 및 산업화로 농촌주민의 대량 유입되면서 무허가 판자촌이 이 곳에 난립하면서 나무가 사라지고 치안은 불모지대가 되어 버렸다. 더구나 1986년 무정부주의자들의 반란을 평정한 신생공화국의 군대가 당시 수도였던 히호에서 철수하였으나 왕정에서 공화정으로 바뀐지 얼마 되지 않아 재정부족으로 월급은 물론 주둔지조차 제공받지 못해 히오 언덕에 천막을 치고 주둔하기 시작한데서 기인



[그림 9]
TACPAR에서 바이오디젤 성능실험용 승용차

[그림 10]
Biodiesel을 사용하여 주행실험을 하고 있다는 버스임을 알리는 스티카

과학기술원(TACPAR)에서는 4개의 민간알콜 제조업체와 버스회사가 공동으로 경유 대체에너지인 바이오디젤(biodiesel)[11]를 만들어 시내 버스 및 승용차 주행 시운전[그림 9]을 하고 있는 현장을 방문하여 직접 매연 등 자동차 오염물질 배출을 체험하기도 하였다.

주행실험중인 시내버스를 정지된 상태에서 엔진 가속과 공회전을 한 결과, 매연이 전혀 나오지 않았다. 반면에 디젤을 사용하는 버스의 경우 심한 매연이 발생되어 쉽게 비교되었다[그림 10과 11].

특히 이 주에서 바이오디젤의 실용화는 가소리나를 전국적으로 실용화시킬 수 있었던 경험을 살려 그 당시의 중요한 국가 정책이었던 "Proalcool program"의 제2사업으로서 추진하고 있었다. 이 사업은 Petrobras(국영석유회사)[12]의 반대에도 불구하고 버스에 실용화를 금년 6월 19일 주정부로부터 공식 승인되었다고 TECPAR 기술이사 Mr. Fontana 박사가 확인해 주었다. 향후 트럭에까지 확대 실용화할 수 있도록 하는 연방법이 앞으로 2~3개월 이내에 통과될 것이라고 확신에 차 있었다. 이 같이 산학연이 유기적으로 연구 실용화를 추진하고 있는 연구 system의 가동이 매우 부러웠다.

바이오디젤의 주행 실험결과를 보면, 엔진의 힘은 3~4% 저하되나 승차감 등은 변화가 없었고, 연소효율은 오히려 증가되어 매연 등 배출오염물질이 크게 감소되었다고 이 연구책임자가 설명해 주었다.

마. 산업 인프라

빠라구아(Paranagua)항은 브라질의 제 2 항구로서 농산 및 공산물의 수출입을 담당하고 있는 중요한 산업 인프라이다. 항만 시설은 우리나라보다 낙후되어 있었고, 현재 액체전용 부두를 증축 중에 있었다. 여기서 알콜이 세계 여러나라로 수출되고 있었다.

브라질의 전력생산은 우리나라의 화력이나 원자력 발전 대신 천혜의 무공해 수력발전으로 전기를 생산하여 공급하고 있었다. 브라질이 자랑하고 있는 이따이뿌(Itaipu) 수력발전소는 빠라나강 중앙에 돌 섬이 있었는데 강물이 흘러 이곳에서 소용돌이를 치면서 내는 소리가 "이따이뿌 이따이뿌"라는 소리(노래)가

11) Biodiesel : BD, AEP102-알콜혼합용 유화제로서 주성분 콩, 해바라기 등 식물성 기름에서 추출한 ethyl ether : EtOH 8.6%, AEP 2.6%, 나머지는 diesel유로 구성

12) http://www2.petrobras.com.br

[그림 11]
매연배출량을 직접 확인한 결과 가속에도 불구하고 전현 매연이 발생 하지 않았다.

났다고 한다. 그래서 이 발전소의 이름이 이따이뿌발전소[13]로 명명되었고, 댐 중앙의 하상에 돌섬의 기초를 볼 수 있게 배려하여 건설되었고 한다.

전력생산은 18개 터빈(70만 KwH/터빈)이 가동되고 있었으며, 터빈 1개에서 생산된 전력은 150만 인구의 도시에 공급할 수 있는 양에 해당된다. 현재 2개의 터빈을 증설 중에 있었다. 이 발전소에서 공급되는 전력은 파라과이 전체 생산 전력의 95%, 브라질 총전력 소비량의 25%를 공급한다. 발전소의 수로의 폭 13m(낙차 112m, 낙수량 6,600톤/초), 터빈 직경 16m, 사후트 3.7m의 크기를 가진 단일 터빈은 상상을 초월하는 그 규모에 놀랐다. 터빈은 독일 시멘스제 였으나 95%가 브라질의 독자적인 설계 및 자재로 건설되었다고 한다. 총 투자 비용은 파라과이와 브라질이 반반씩 부담키로 하였으나 대부분 브라질 재원으로 건설되어 파라과이는 부라질에 부채를 안게 되었으며 이 부채를 전력으로써 상환하고 있는 상태라고 한다. 이 부채가 완전히 상환되고 나면 파라과이의 경제가 크게 활성화될 것이라고 홍보 담당자는 설명하였다.

강의 한 가운데에 건설되어 있는 중앙제어 건물동의 중심선이 바로 브라질과 파라과이 국경선이라고 한다. 발전에 이용된 강물은 3국 국경(아르헨티나, 파라과이, 브라질)을 접하면서 대서양으로 유유히 흘러가고 있었다. 이 강물을 바라보면서 끝없는 펼쳐진 광활한 농경지와 풍부한 지하자원을 가진 브라질의 밝은 미래를 말없이 흘러가는 강물에 투영해 본다.

Ⅲ. 요약 및 제언

브라질은 두 번의 석유위기를 경험한 이후 산유국의 꿈을 이룬 국가로서 현재 대부분의 원유를 자급하고 있으며, 재생산 가능한 풍부한 자국산 농산물을 이용하여 연료알콜을 생산하고 있었다.

연료의 종류는 가소리나, 연료알콜, 경유 및 바이오디젤이 있고, 가소리나와 알콜은 승합차 대체연료로서 전국적으로 보급되고 있었고, 버스와 대형트럭 등도 현재 디젤에서 대기배출 오염물질이 적은 BD로 곧 대체될 것으로 조사되었다.

친환경 모델 도시로 유명한 꾸리찌바시의 경우를 보면 처음부터 환경문제를 해결하기 위하여 대체연료 사용을 시도한 것이 아니고, 사탕수수, 콩 등 농산물 1위 생산주로서 이들 농산물의 유효적인 활용 대안으로서 시작되었다. 민·관·주립연구기관 등이 유기적으로 상호이익을 창출하는 측면에서 문제해결을 시도하여 성공한 사례로 보고 싶다. 특히, 160만의 꾸리찌바 시민의 발인 굴절버스 운행은 최소 비용으로 최대 수송효과를 가져온 우수한 성공사례로서 공업화 및 도시화에서 부생되는

13) http://www.itaipu.gov.br

교통문제와 환경오염 저감의 두 마리 토끼를 잡은 성공사례가 되었다.

우리나라는 연료알콜의 원료가 부족하므로 단계적이고 장기적인 연료알콜의 공급 계획이 필요하다고 생각된다. 또한 대도시의 대기오염 질 개선을 위해서는 디젤과 바이오에탄올을 혼합한 BD의 실용화를 추진하고 있는 브라질 꾸리찌바시의 사례를 벤치마킹할 필요가 있다고 생각된다.

우리나라에서 가스홀의 실용화는 E5~10을 단계적으로 공급하는 전제하에 청정연료 및 MTBE[14]를 대체하는 방안으로 접근하는 것이 현재 정유회사의 저항에도 유연하게 대처할 수 있을 것으로 생각된다. 이와 같이 접근하게 되면 머지 않아 가스홀을 사용하는 자동차가 시내를 질주할 수 있을 것으로 믿으며 그 모습을 상상해 본다.

[참고 자료]

1. 알콜과 경유의 혼합-TECPAR-Curitiba-November/2001
2. Edilson B. Andrade. State of the art about the use of alcohol and diesel blands. TECPAR, Curitiba, Jan. 22. 2002
3. Program for the technical feasibility evaluation of alcohol and disesel blands-Final report of the Parana project coordination alcohol/diesel/AEP102 blends. Curitiba, Aug.1999
4. Su Ye Program leader. Market opportunity research, Agricultural marketing services division, Minesota department of africulture. Economic impact of the ethanol industry in Minesota : Present situations and future opportunities. 2002

心曠則萬鍾如瓦缶, 心隘則一髮似車輪.

마음이 넓으면 만종(萬鍾)의 녹(祿)도 질항아리와 같고,마음이 좁으면 한 개의 터럭도 수레바퀴와 같다.

- 채근담 -

14)MTBE(methyl tertiary butyl ether)는 휘발유에 옥탄가 증가제로 첨가되고 있으며, 첨가량은 약 6.3%로 외국에 비해 우리나라가 가장 많이 첨가되고 있다. 지하수 오염 및 발암성 물질이다.