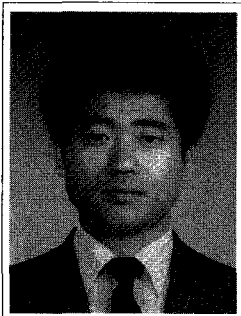


아시아 주요국의 원전 개발 환경 조사(Ⅰ)

- 베트남 · 인도네시아 · 태국 -

정 환 삼

한국원자력연구소 정책연구팀 선임연구원



아시아 지역에서는 87년 말부터 불어닥친 경제 난국으로 일부 국가에서 수립되었던 원전 도입 계획이 속속 연기되고 있다. 본고는 이러한 최근의 환경 속에서도 여전히 우리 나라와 기술 협력 잠재력이 높은 아시아 주요 국가들의 원전 개발 정책의 최근 현황을 조사한 리포트로서, 베트남·인도네시아·태국(Ⅰ)·말레이시아·방글라데시·필리핀(Ⅱ), 인도·파키스탄(Ⅲ), 일본(Ⅳ), 등으로 나누어 분재한다. (편집자)

베트남

1. 에너지 환경

베트남의 주요 에너지 공급원은 오일·석탄·수력 발전 및 목탄(숯) 등이다. 에너지 환경은 북동부의 팡닌에 위치한 대규모의 석탄 매장 지역을 비롯하여 남동부 해안 약 200km 부근의 유전 및 가스 부존층이 존재하여 비교적 풍부한 편이다.

북부 지역의 경우 하노이 80km 남쪽의 Thai Binh성 부근에 가스가 매장되어 있고, 국가적으로도 풍부한 수력 자원은 중요한 에너지원이 되고 있다.

에너지원별로는 매우 풍부하게 매장되어 있는 것이 석탄으로, 산업의 생산성은 개발 자금의 부족으로 계획대로 개발되지 못하는 관계로 매우 낮다.

석탄의 품질은 고급 무연탄으로 주요 소비는 60% 정도가 국내 화력 발전소의 연료로 사용되고 있으며, 나

머지는 일본·한국·프랑스 등 유럽 국가에 수출되고 있다.

오일이나 가스의 경우는 아직 발전용으로 사용되고 있지는 않으나, 최근에는 일본의 차관 제공으로 파이프라인 공사가 진행되고 있으며, 80년대 후반 바익호 유전과 Dai Hung 유전이 개발되면서 원유는 베트남 제일의 부존 자원이 되었다.

이 밖에도 방대한 수력 자원은 많은 대규모 수력 발전소가 전국에 분포하고 있으나 아직도 개발에 미흡한 상태이다.

2. 전력 환경

현재는 산업부(MOI : Ministry of Industry of Vietnam)에 속하는 베트남전력(EVN : Electricity of Vietnam)에 의해 독점적으로 공급되고 있는 베트남의 전력 시장은 86년부터 채택한 시장 경제 체제로의 전환과 함께 달성되고 있는 경제의 고도 성장에 따라 비교적 빠르게 성



장하고 있다.

95년의 베트남 전력의 시설 용량은 4,200MWe 규모에 도달하였고, 이 기간 동안 전력 생산량은 약 14.6 TWh를 기록하였다.

이들을 전원별로 살펴보면 수력의 의존률이 매우 높아 전체 전력 소비량의 62.5%를 공급하고 있다

이러한 높은 수력 발전 의존률은 열대 지방 전기와 우기의 계절별 차이로 인해 베트남 전력 시스템의 수급 불안을 초래하고 있다.

이 밖에도 중요한 부존 자원인 오일과 천연 가스는 화학 산업의 원료로 사용하기 때문에, 오일의 경우는 발전용 연료로 공급하는 것은 고려하고 있지 않으며, 천연 가스의 경우는 40TWh까지 공급이 가능한 것으로 평가되고 있다.

베트남의 전력 수급 상황은 현재 몇 가지 문제점에 봉착해 있다. 이는 경제 성장보다는 인구 증가에 따른 전력 소비 증가 요인, 제한된 전력 공급 능력, 국가의 금융 위기, 장기 전력 정책의 부재 등이다

이에 따라 베트남에 있어 전원 개발 정책은 국가의 여러 개발 정책 중에서 항상 높은 위치에서 고려되고 있다

전력이 베트남의 사회적·경제적 개발을 지원하기 위해서는 2020년까지 140~180TWh의 전력 수요를 충족시킬 수 있어야 한다

이를 위해서는 전력의 시설 용량도

(표 1) 베트남의 에너지 부존 현황

에너지원	매장량	가용 기간	비 고
석탄	115억톤	111년	• 가제 매장량 : 5.57억 톤 • 대부분 고급 무연탄, 외화 획득의 주요 원천
오일	50억톤	30년	현재 3~4억톤 정도 사용 가능할 것으로 추정
천연 가스	6,000MWe급 발전소를 20~30년간 운전 가능량		
수력	82 TWh		관계용으로 사용되고 있어 현실적으로는 60~70 TWh 사용 가능 추정
우라늄	18만톤		

(표 2) 베트남의 전력 산업 현황(TWh)

	1995	1996	2000	2010	2020
발전량	14.6	16	30~33	85~100	180~220
석 탄	2	4	7.5	10	10
오일 및 천연 가스	2	2	7.5	20	40
수 력	10.5	10	15	50	50
수 입	0	0	0	20	60~100

현재의 4,500MWe에서 2020년에는 28,000~36,000MWe로 늘려야 할 필요가 있다.

베트남의 전원 개발 계획을 요약하면 (표 2)와 같다.

베트남 전원 개발 계획 수립시 고려하고 있는 중요한 전력 산업의 의사 결정 요소는 경제성 측면과 환경영향 측면을 들 수 있다.

이 중 경제성 요소에서는 투자 재원의 조달 가능성과 합리적인 건설비이고, 환경 측면에서는 부지 소요, 산림 황폐화, 노동력의 대체, 인구, 대기 오염 가스 배출 등을 고려하고 있다.

이 밖에도 전원의 다양화와 전력 공급의 안전성도 동시에 고려하고 있다

국내 에너지원과 에너지 수급 균형

에 기초한 전원 개발 계획의 우선 순위는 수력, 천연가스 및 석탄, 그리고 2010년 이후 원자력발전소 도입을 위한 준비로 이루어져 있다.

3. 원자력 정책 동향

베트남에서 진행되고 있는 원전 도입을 위한 사전 연구에는 베트남에너지원(VIE : Vietnam Institute of Energy)과 EVN, 그리고 원전센터(NPC : Nuclear Power Center)와 원자력위원회(VAEC : Vietnam Atomic Energy Commission)가 참여하고 있다

사전 연구는 86년 이전에도 IE와 EVN에 의해 수행된 바 있으나 이 연구는 경제 체제의 전환으로 현실에는

부합되지 않고, 그 후 수행된 연구는 91~95년 사이에 수행된 것을 들 수 있다.

이 연구에서는 이전의 연구 기관과는 다른 NPC와 VAEC에 의해 베트남의 발전 시스템 계획 연구가 수행되었다.

이 연구는 「Studies on the Viability of the Introduction of Nuclear Power in Vietnam」으로 수행되었다.

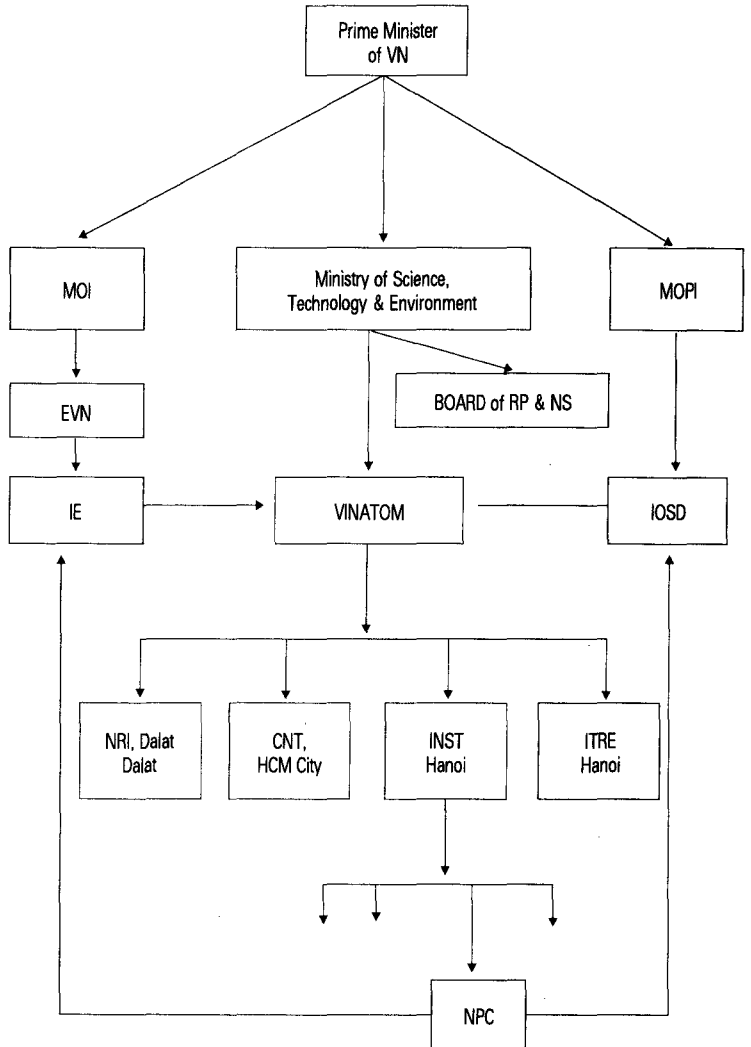
이 연구의 중요한 결과는 2010~2015년경에 예상되는 100TWh 이상의 전력 수요를 충족하기 위해서는 용량 800~1,000MWe 규모의 원전이 베트남의 전력 체제에 도입되어야 한다는 것이었다.

이 연구 결과는 베트남과 국제 사회 전문가들에 의해 여러 분야에서 가능성을 검증 받은 바 있다.

베트남의 원전 건설을 결정하기 위한 두 가지 조사 연구가 진행된 바 있다. 그 하나는 원전 개발에 관한 정부의 조사 연구 사업이며, 이 연구는 98년 7월 완료되었다.

그리고 또 다른 하나는 2000년까지 에너지 개발 정책과 전략을 수립하기 위해 진행되고 있는 사업인데, 이 사업을 통해 원전 개발에 따른 과학 기술 경제 사회적인 문제를 검토하고, 베트남 정부는 이를 토대로 원자력 선택 여부를 결정할 것으로 알려졌다.

지금까지 진행된 베트남의 원전 개발 계획의 진행 사항을 살펴보면, 국



(그림 1) 베트남의 원자력 관력 조직

(표 3) 베트남의 원전 도입 일정 계획(IAEA 추천)

기 간	주요 활동
~ 1994	예비 연구 : National Project KC09-17
1995 ~ 1998	• 전문가에 의한 원전 도입 타당성 정부 보고 • 원전 도입에 대한 정부 결정 : National Nuclear Power Project
1999 ~ 2003	예비 연구 : 상세 계획, 타당성, 부지 조사, 관계 법령 확보, 규제 체제
2004 ~ 2015	원전 프로젝트 수행



가 프로젝트인 KC09-17의 일환으로 예비 부지 조사 결과 Ho Lak, Tri An, Xuyen Moc, Mui Ne 등 4곳의 후보지가 선정되었으며, 이 중에서 Phan Thiet 지역의 Mui Ne가 가장 적합한 것으로 고려되고 있다.

결론적으로 베트남의 원전 도입 가능성이 대한 예비 연구는 2010~2015년 사이에 800~1,000MWe 용량의 원전이 가장 유용할 것으로 평가되고 있으며, 베트남의 원전 개발 계획에 대해서 IAEA가 추천한 일정은 <표 3>과 같다.

베트남에 원전을 도입하기 위한 가능성 분석을 위해 최근에 수행된 대표적인 연구는 다음과 같은 것들이 있다.

가. 국가 산업 계획

96년 7월~98년 7월까지 2년간 「General Survey Studies for the Introduction of Nuclear Power in Vietnam」이라는 제목으로 수행되었으며, EVN의 VIE와 VAEC의 NPC가 수행하였다.

나. IAEA 기술 협력 프로그램

97년~99년 사이에 「Pre-feasibility Study for Introduction of Nuclear Power into Vietnam」이라는 제목으로 수행되고 있는 프로그램으로, 베트남 정부가 IAEA의 기술 협력을 요청하여 수행되고 있다.

다. VAEC 프로젝트

위의 사업과 병행하여 96년~99년 사이에 「Establishment the

Fundamental Basis for the Introduction of Nuclear Power into Vietnam」이라는 제목으로 수행되고 있으며, 이 과제의 목적은 미래의 원전 계획을 위해 국가 기반을 정비하는 데 있다.

이들 과제가 종료된 후 그 결과에 따라 베트남 정부는 원자력 도입 계획을 위한 전반적 논의를 할 것이다 이 때 사용될 중요한 평가 기준들을 정리하면 다음과 같다.

- ① 베트남 에너지 공급 자원의 균형
- ② 경제적 활용 가능성
- ③ 원자력 안전과 방사성 폐기물 관리를 포함한 전원별 환경 영향
- ④ 에너지 공급 안전성
- ⑤ 지속적 개발 가능성

이 밖에도 베트남에서는 상업적 목적을 위해 수행되는 연구가 다수 이루어지고 있다. 이 중 대표적인 것들은 다음과 같다.

- ① KSNP-1300에 관한 한국전력 공사와 협력
- ② CANDU 기술에 관한 AECL과 대우
- ③ BWR 기술에 대한 도시바
- ④ PWR 기술에 대한 미쓰비시
- ⑤ 부지 사전 연구를 위한 JAPC와의 협력

베트남의 원전 도입시 사용될 원자로형은 PWR과 CANDU가 될 전망이며, 이들의 도입 순서에 따라 다음과 같은 두 가지 대안이 고려되고 있다.

<대안 1> : PWR-2015년 도입,

CANDU-2020년 도입 : 공급자 시장 규모와 사용후 핵연료의 재활용 측면에서 장점이 더 많을 것으로 평가.

<대안 2> : CANDU-2015년 도입, PWR-2020년 도입 : 최초의 원전 수행 기간에 핵연료와 중수를 동시에 취급할 수 있다는 점을 장점으로 평가.

4. 원자력 관련 기구

베트남의 원자력 관련 활동에서 가장 현저한 것이 76년 총리의 감독 기관으로 설립된 VAEC의 활동으로, 이 기관은 베트남의 모든 원자력 분야 활동에 대한 계획·입안, 그리고 수행까지 담당하고 있다.

이 기관은 94년 4월 과학기술 및 환경부(MSTE : Ministry of Science, Technology and Environment) 산하 기구로 개편되었다. 최근에 집중되고 있는 이 기관의 활동 범위는 다음과 같다.

- ① 원전 개발 정책 입안
- ② 원자력 기술의 의료·산업·농업·지질·환경 보호 등 분야로의 이용 증진
- ③ 연구 개발 기반 개선
- ④ 세계 및 아시아 지역 내 협력 조정

인도네시아

1. 에너지 환경

인도네시아는 제1차 장기 개발

〈표 4〉 인도네시아의 에너지 수급 밸런스(1996)

에너지원	보유량	생 산	소 비	순수출
오 일	50억 배럴	1.6백만 b/d (1.4백만)	84.5만 b/d	75.5만 b/d
- 원유		(1.4백만)		
- NGL		(0.2백만)		
정제 능력	93만 b/d	-		
천연 가스	72.3조 ft ³	2.38조 ft ³	1.14조 ft ³	1.24조 ft ³
석 탄	353억 t	53.3 백만 t	13.5백만 t	40.2백만 t
전 력	20.3 GWe	66.8 TWh		

〈표 5〉 인도네시아의 중장기 에너지 수급(백만 TOE)

에너지원	2005년			2010년		
	생산	공급	수출	생산	공급	수출
오 일	62.1	51.4	10.7	59.3	63.3	(3.9)
석 탄	63.1	15.8	47.3	74.2	22.5	51.7
천연 가스	79.7	45.1	34.6	71.5	58.3	13.2
수 력	1.8	1.8		2.4	2.4	
원자력	-	-		-	-	
신재생	6.0	6.0		8.1	8.1	
합 계	212.7	120.2	92.6	215.6	154.6	61.0

(Long-term Development, 1969/70~1993/94) 동안 총에너지 소비가 연간 9.6% 증가하였다.

특히 에너지 소비에 있어 뚜렷한 증가세를 보인 것이 석유와 천연 가스로, 이 기간 동안 오일은 8.1%, 그리고 천연 가스는 개발 초기의 6.1%에서 94년에는 21%로 점유율이 무려 15.4% 포인트 정도 증가하였다.¹⁾

인도네시아 정부는 제2차 장기 개발 기간 동안에 연평균 7% 정도의 소비증가를 할 것으로 예측하고 있다.

에너지 수급에 있어 인도네시아는 지난 10년간 1차 에너지 소비는 연간 7.7% 수준의 증가세를 보여왔다.

특히 경제 성장과 생활 수준 향상에 따라 천연 가스는 연평균 8.6%, 석유는 6.7%, 그리고 석탄은 10.8%씩 증가하였다.

반면 석유와 천연 가스의 생산은 연평균 0.9%와 6.9%씩 증가하고 있어 급속한 에너지 소비 증가에 공급 능력이 따라가지 못하고 있는 실정이다.

인도네시아의 에너지 수급 밸런스

와 중장기 에너지 수급 계획을 살펴보면 각각 〈표 4〉 〈표 5〉와 같다.²⁾

인도네시아의 에너지 개발 정책은 크게 세 가지로 볼 수 있다.

- ① 에너지 강화 정책 : 국내에서 이용 가능한 에너지원의 개발을 증가/확대시킨다.
- ② 에너지 다변화 정책 : 오일과 가스의 의존도를 점차 줄이면서 다른 에너지원으로 대체시킨다.
- ③ 에너지 보존 정책 : 에너지를 경제·효율적으로 사용한다.

2. 전력 환경

96년을 기준으로 인도네시아의 발전 능력은 20,300MWe이며, 발전량은 66.8 TWh에 이르고 있다.

이들을 발전원별로 살펴보면 시설 용량의 82%가 화력, 15%가 수력, 3%가 지열 발전이다.

인도네시아 국영전력공사(PLN : P.T. Perusahaan Listrik Negara)는 향후 전력 수요가 매년 15~20% 수준으로 증가하여, 2004년까지 24,000MWe, 2010년까지 30,000MWe의 신규 발전소가 필요할 것으로 예측하고 있다.

97년 7월에 PLN은 증가하는 수요에 맞추기 위하여 독립 발전 사업자들과 14건의 전력 구매 계약을 체결하고 Bali와 Java 지역에 발전소를

주: 1) 97년을 기준으로 인도네시아의 1차 에너지 소비의 원별 구성은 석유·천연 가스·석탄·수력이 각각 55%, 36%, 8%, 1%에 이룸

2) 최병열, 「각국의 에너지 수급 및 정책 연구(중국·인도네시아·멕시코)」, 에너지경제연구원 연구보고서 99-4 발췌



건설할 예정이었다.

그러나 97년 하반기부터 악화된 경제 사정으로 인하여 14건의 7,700 MWe 규모의 건설과 검토중이던 7건의 계획중인 발전소 계획이 연기되고 있다.

인도네시아 광업에너지부의 전력국(DGEED : Directorate General of Electricity and Energy Development)은 매년 전력공사 PLN이 제출한 자료를 바탕으로 국가 전력 개발 계획(NPDP : National Power Development Plan)을 수립한다.

이 계획에는 장기적인 전력 수급 전망, 공급 능력 현황, 신규 발전소 건설 계획 등이 포함된다.

PLN은 이 계획서를 바탕으로 필요한 발전소를 확보할 수 있는 방안을 제안하고 있다.

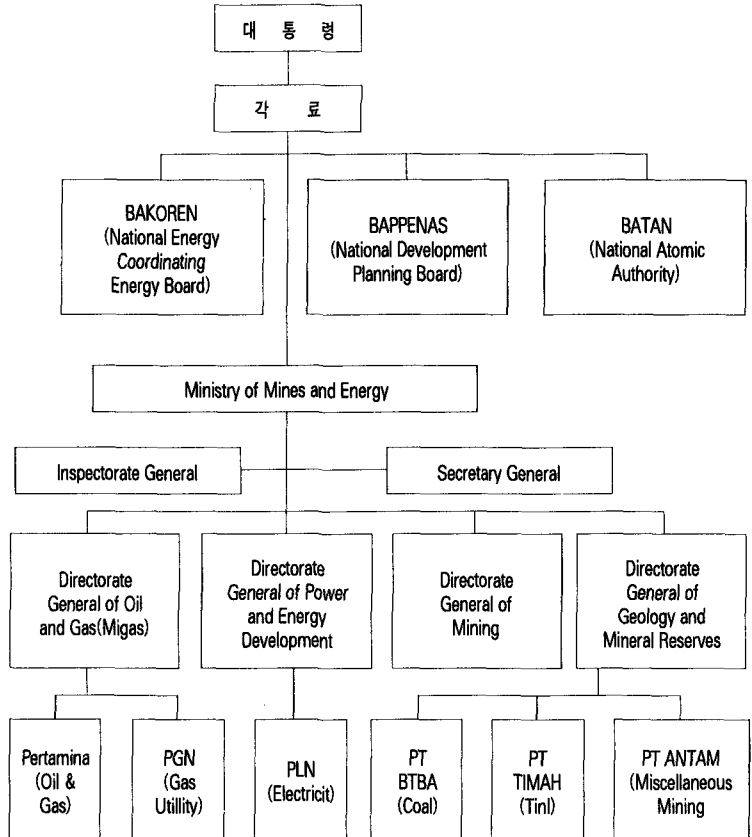
신규 발전소의 도입시에는 PLN과 IPP들의 국제 입찰을 통해 확보하게 된다.

인도네시아의 NPDP에 따르면 제 6차 및 7차 경제 개발 5개년 계획 기간 동안인 1993/94~2003/04년에 PLN이 약 9,000MWe를 공급하고 IPP가 6,000MWe를 충당하게 된다.

이 계획이 달성되면 인도네시아의 시설 용량은 35,000MWe로 증대될 것이다.

신규 발전원은 주로 석탄과 천연 가스가 중심을 이루고, 수력 발전도 상당 부분 도입될 예정이다.

현재 인도네시아의 장기 발전 계획



(그림 2) 인도네시아 에너지 정책 관련 조직

은 93년 종료된 1차 장기 발전 계획 (PJP-I : the First Long-Term Development)이 수행된 바 있으며, 이 계획에 뒤이어 현재는 1994년에서 2019년까지의 계획 기간을 갖는 PJP-II가 수행되고 있다.

3. 원자력 정책 동향

인도네시아에서 원전 도입을 위한 조사 연구는 79년 이탈리아의 원자로 원전 개발을 위한 조사를 시작으로

86년까지 이탈리아 · IAEA · 미국 · 프랑스 등의 협력하에 몇 차례에 걸쳐 원전의 경제적 타당성 조사를 실시하였다.

이러한 조사 중에서 「미래 경제 성장과 이에 따른 전력 수요의 증대 예측」 및 「인도네시아의 에너지 자원 수급 전망」 등을 토대로 2015년까지는 27GWe의 발전 시설이 필요하며 그 중 7GWe 정도는 원자력 발전을 중심으로 하는 신에너지에 의존할 수

밖에 없다는 결론에 도달하였다.

이에 따라 89년 9월에 BATAN 주도하에 구체적인 원전 도입이 추진되어 2000년 이후에 원자력 발전을 도입하기 위한 준비에 착수한 바 있다.

이 계획에 포함된 과학 기술 분야 중에서 원자력의 과학, 기술적 이용 분야는 국립원자력청(BATAN; National Atomic Energy Agency)이 수행하고 있다.

원전 도입 가능성과 후보 부지 선정에 대한 연구(STSK PLNT)는 정부의 필요성에 따라 수행되기 시작했다.

이에 따라 BATAN은 2000년대 초에 가동할 수 있는 최초의 원전을 건설하는 것을 목표로 하여 준비에 착수하였다. STSK PLNT의 수행을 위해 일본의 컨설팅사인 Newjecs가 선정되었다.

이 계약은 당시에는 4~5년의 수행 기간이 소요될 것으로 예상되었으나 실제로는 91년 11월 22일 계약되어 96년 5월 종료되었다. 이 연구는 다음과 같은 분야로 구분하여 수행되었다.

- ① 부지의 연구: 에너지 경제와 예산 분석, 기술과 안전성, 핵연료 주기와 폐기물에 관한 연구, 국가의 참여, 환경 영향, 그리고 경영 관련 연구.
- ② 부지와 환경 연구: 부지 조사와 선정 부지의 평가, 환경·경제·사회적 측면을 포함한 부지 적격성 평가.

③ 기술 이전과 훈련 계획
이들 연구 결과는 다음과 같이 요약된다.

- ① 원전은 Java-Bali 연계망에 2000년대 초에 건설하며, 시설 용량은 600 MWe 혹은 900 MWe가 바람직함.
- ② 600MWe 혹은 900MWe 급 원전 건설은 정해진 공기와 저비용을 비롯해 곤란한 문제점을 줄이는 가장 좋은 해법에 맞추어 가장 낮은 비용 기준에 부합.
- ③ 원전의 발전 비용은 같은 용량 석탄 화력 발전에 경쟁력을 가짐.
- ④ 평균 전력 판매 단가를 기준으로 BOO 형식의 자본 조달은 일반적인 자본 조달 방법에 비해 약간 비싼 수준이 될 것.
- ⑤ 인도네시아에 적합한 원전은 이미 기술의 유용성이 입증된 PHWR(AECL), PWR(미쓰비시/WH), PWR(NPI), 그리고 BWR(GE/도시바/히타치)이 가능할 것.
- ⑥ 핵연료 주기는 당분간 순환 연료 주기가 경쟁력을 가질 때까지는 비순환 핵연료 주기를 채택할 것.
- ⑦ 후보 부지는 가장 적합한 부지로 Ujung Lemahabang이고, 다음으로 Ujung Grenggengan과 Ujung Watu가 각각 둘째, 셋째로 적합한 부지로 평가. 또한 입지와 상관 없는 사항 중 경

제성 분석에 따르면 인도네시아에서 원전은 2010년과 2019년에 각각 1차 에너지의 3.9%와 6.2%를 점유하는 것이 적합한 것으로 평가되었다.

또한 원전의 건설 기간은 총 78개월이 소요되며, 이 중 초기의 24개월은 상세 설계와 계약에서 최초 콘크리트 타설까지 이르는 부지 준비에 소요되고, 이후 54개월은 운전 단계까지 소요되는 건설 작업이 이루어진다.

건설비의 자체 조달이나 BOO 방식의 조달에 소요되는 시간은 준비 작업 단계에서는 1~3년 더 소요되는 것은 하나 이후 건설 기간에는 차이가 없는 것으로 평가하고 있다.

인도네시아의 원전 건설 계획에 대해서는 지금까지 캐나다원자력공사(AECL)-미쓰비시 중공업-WH사의 컨소시엄, NPI사, GE-히타치-도시바사의 컨소시엄 등 4개 기업이 이미 건설에 대한 제의와 발표회를 개최한 바 있고, 인도네시아측도 제의된 건설에 대한 개별 및 상대 평가를 수행하였다.

4개 기업군은 각각 재래식 노형과 개량 노형을 제의했는데, 그 가운데 AECL의 CANDU, 미쓰비시 중공업-WH의 PWR 및 AP-600, NPI의 PWR 및 APWR, 그리고 GE-히타치-도시바의 SBWR이 각각 후보로 추천된 바 있다.

인도네시아의 원전 도입의 성패를 가늠할 요인, 즉 원전 도입에 영향을 미치는 요인은 다음과 같이 요약된다.



- ① 정치적 안정 유지
- ② 원전 건설에 소요되는 재원 조달 문제를 포함한 선진국으로부터의 원조·협력의 범위 및 정도
- ③ 최초 원전의 건설 개시까지 원전의 건설·운전·유지를 위한 인도네시아 공업 기술력의 발전 가능성
- ④ 원전의 건설·운전·유지라고 하는 각 국면을 유지하는 데 소요되는 양적·질적 인력 확보
- ⑤ 원전 도입에 반대하고 있는 계층을 포함한 국민적 합의 도출

개발 도상국인 인도·아르헨티나, 그리고 한국이나 선진국인 일본과 같은 국가에서 원자력의 도입은 산업 발전에 많은 기여를 한 것으로 평가하고, 인도네시아도 원자력 도입을 계획하고 있다.

이러한 점을 감안하여 인도네시아의 원자력 도입 계획에서는 소위 인도네시아 기술 자립 계획인 국산화 참여 계획(Local Participation Plan)이 함께 수립되고 있다.

원자력발전소 건설이 실현될 경우 인도네시아의 참여 계획은 매우 강력하게 수행될 것이며, 이를 통해 건설 단계에서는 건설비와 공사 기간의 낭비를 막고 관련 산업의 불균형적 발전을 방지할 수 있도록 수립되어 있다.

인도네시아의 국내 참여 계획은 원전 건설 분야에 공급되는 자재와 인력 부문으로 구분해 수립되어 있고 이미 매우 넓은 범위에 대해 외국의

의존도를 추징하고 있다.

인도네시아의 원자력 기술 확보 전략은 첫째, 원전의 설계와 건설에 참여하는 훈련 계획과, 둘째, 설계에서 완공 후의 운전·유지에 이르기까지 원자력발전소의 건설에 필요한 모든 단계에 대한 품질 보증 계획의 이행, 셋째, 엔지니어링과 제작 분야에 관련된 연구 기관과 정부 기관간의 기술 협력, 그리고 마지막으로 하부구조 개발을 통해 달성하고자 한다.

4. 원자력 관련 기구

인도네시아의 원자력 관련 체제는 우선 연구 개발과 이용, 그리고 규제를 동시에 담당하는 BATAN을 들 수 있다.

BATAN은 대통령 직속의 정부 기관으로 설립되어 있다.

BATAN의 임무는 우선, 원자력을 에너지를 이용하여 인도네시아 국민의 복지 향상과 발전을 견인하고, 다음으로 인도네시아에서 전개되는 원자력 관련 연구 활동의 규제·관리·통제에 관한 권한을 효과적으로 행사하는 것에 있다.

이러한 임무를 수행하기 위해서 BATAN은 STB(Science and Technology Base), AECB(Atomic Energy Control Bureau)를 운영하고 있다.

STB는 BATAN의 모든 연구 개발 활동을 수행하는 기관으로, 주요 연구 개발 분야는 원자로 개발 및 부품 조사 시험, 핵연료봉 연구 개발 및 조

사 후 시험, 원자로 부품 설계 및 개발, 품질 보증, 원전 안전성 기술, 방호 계통, 부품 시험, 부식 시험, 열수력 시험, 방사성 폐기물 공정 처리 기술, D base 유지, 동위원소 생산용 원자로의 개발과 공학 등이다.

AECB는 BATAN 산하에서 원자력의 안전 규제 임무를 담당하고 있으며, 인도네시아에 원전 도입시 INRC(Indonesian Nuclear Regulation Commission)으로 독립될 것으로 보인다.

AECB는 원자력 분야의 안전 규제를 위한 초안 작성, 방사성 물질 및 방사선원의 사용 인·허가, 원자로 가동 건설 인·허가, 방사성 물질, 방사선원 사찰, 원자로 및 방사성 물질 사찰 등의 기능을 담당하고 있다.

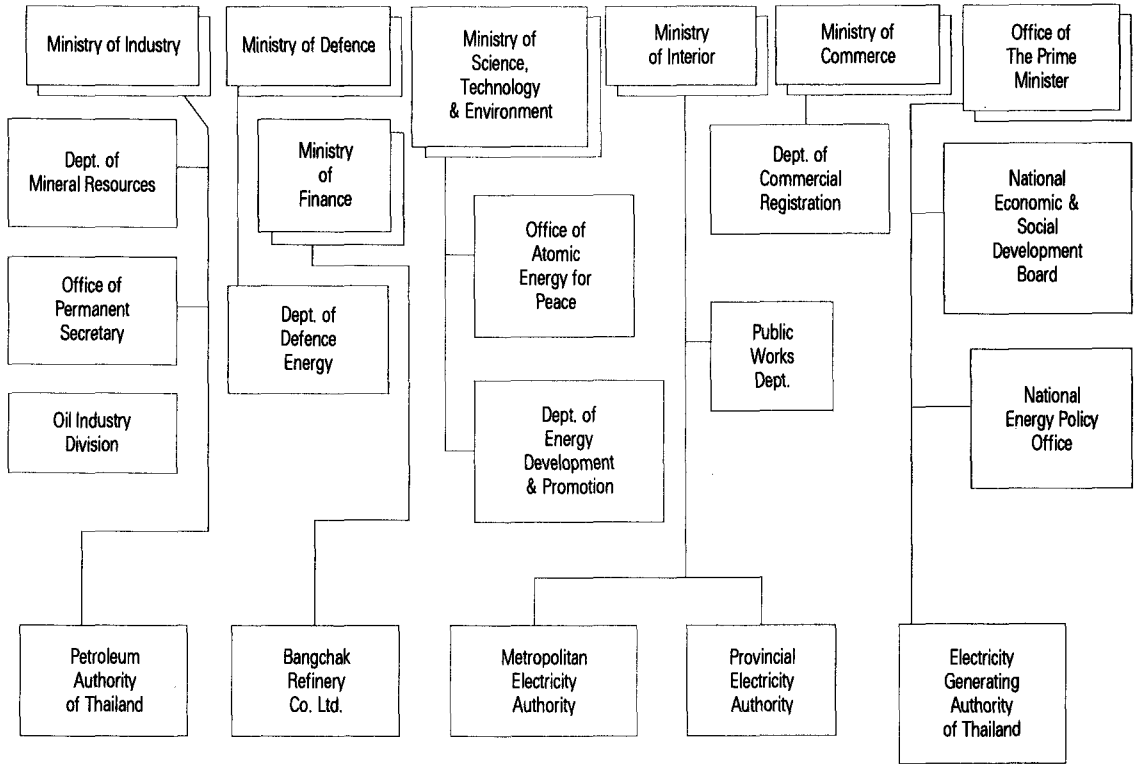
태 국

1. 에너지 환경

97년도 태국의 에너지 현황은 1차 에너지 기준으로 전체 공급량은 46.4 MTOE로 이중 56.6%가 국내 연료로 공급되었다.

태국의 에너지 개발 정책은 늘어나는 에너지 수요에 대처하기 위해 국내 에너지 자원을 개발하고 인접국들과 에너지원의 공동 개발과 교환을 위한 협력 증진을 강조하고 있다.

이를 위해 수력 개발은 라오스-미얀마와, 오일 개발은 미얀마-말레이시아-베트남-캄보디아와 민간 부문의 역할을 증대한 합작 투자의 형태로



〈그림 3〉 태국의 에너지 정책 수립 체계도

개발하고, 천연 가스는 말레이시아 및 인도네시아 등에서 수입하며, 석탄 개발은 인도네시아-라오스-미얀마 등과 합작 투자한다는 것이다.

에너지 개발에 관한 주요 정책 목표는 다음과 같다.

- ① 저렴한 가격을 비롯하여 품질과 공급량의 안전성을 확보한 공급의 보장
- ② 에너지의 효율과 경제적 이용 장려
- ③ 에너지 공급 산업의 경쟁력 강화와 민간 부문의 역할 증대

④ 에너지와 관련된 활동의 안전성 증진

⑤ 에너지의 개발, 이용에서 야기되는 환경 오염의 방지와 해결

⑥ 에너지와 에너지 행정 체제와 관련한 법 체제 구축

2. 전력 환경

태국의 전력 개발 계획에는 원자력 도입 계획이 분명히 나타나 있지는 않다. 그 이유는 태국에는 발전원과 전력 공급을 위한 다양한 대안을 선택할 수 있다는 데 있다.

즉 자국의 에너지원이 제한적이라 할지라도 석탄이나 천연 가스 등을 용이하게 수입할 수 있으며, 독립 사업자나 라오스-말레이시아-미얀마-중국 등 인접국들로부터 전력 수입이 가능하기 때문이다.

그러나 최근 들어 급증하는 전력 수요에 대처하기 위한 여러 전력원의 비교 평가에서 태국의 전력원으로는 오일이나 석탄 등 화력과 원자력이 유리하다는 결론을 내린 바 있다. 이에 따라 태국 정부는 원자력의 도입을 심도 있게 검토하고 있다.

태국의 전력 산업은 태국발전공사(EGAT : Electricity Generation Authority of Thailand)에 의해 독점 체제로 운영되고 있으며, 인접국과의 잉여 전력 교류가 활발히 이루어지고 있다.

태국의 전력 산업 규모는 <표 6>과 같이 정리할 수 있다.

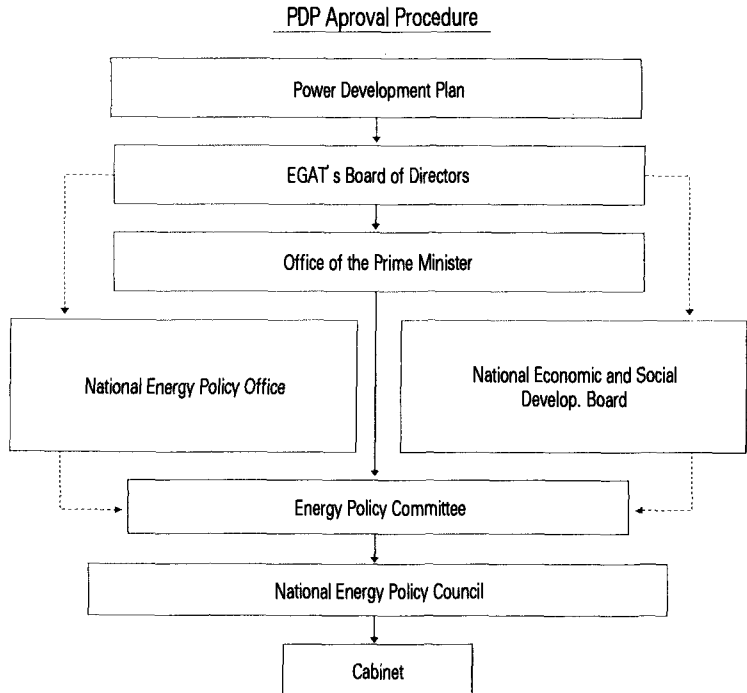
3. 원자력 정책 동향

태국의 원자력 개발 역사를 살펴보면 태국의 원전 개발 계획은 태국발전공사(EGAT)가 67년 외국 컨설팅사와 함께 출력 100MWe급 원자력 발전소 건설 계획을 수립함으로써 시작되었다.

이 계획은 당시 건설 예정지인 아오파이에 대한 기본 조사를 마무리하고 74년 정부의 설치 허가를 받았으나, 79년 타이만에서 천연 가스 해저 유전이 발견됨과 동시에 TMI 사고의 발생과 그에 따른 건설비 상승 등으로 중단된 바 있다.

그렇지만 EGAT는 계속적으로 원자력 발전의 핵심적인 전문성을 유지해 왔다. 84년부터 3년 동안 IAEA의 도움으로 에너지와 원자력 계획에 대한 연구가 수행되었다.

미래 국가 에너지 요구 사항을 정량화하고 원전의 필요성과 역할을 평가한 이 연구는 태국의 원전 도입에 가장 적절한 시기를 2004년경으로 보고 용량은 900MWe급으로 제시하였고 그 결과는 장기 발전 계획에 기



<그림 4> 태국의 에너지 분야 의사 결정 과정

<표 6> 태국의 전력 산업 현황

구분	단위	전력 산업 규모	합계
시설 용량 (1998)	MW(%)	화력 : 6,517.5 (36.4)	17,925.5 (100.0)
		복합 화력 : 5,066.6 (28.3)	
		수력 : 2,873.7 (16.0)	
		구매 전력 : 2,575.7 (14.3)	
		가스 및 디젤 : 892.0 (5.0)	
발전량 (1997)	GWh(%)	천연 가스 : 27,865 (30.1)	92,725 (100.0)
		연료유 : 19,094 (20.6)	
		석탄 : 18,809 (20.3)	
		구매 전력 : 16,428 (17.7)	
		수력 : 7,055 (7.6)	
		경유 : 3,474 (3.7)	
수요량 (1997)	GWh(%)	산업용 : 40,206 (49.4)	81,456 (100.0)
		상업용 : 19,090 (23.4)	
		주택용 : 17,129 (21.0)	
		기타 : 5,031 (6.2)	

초 자료로 사용되었다.

원전 부지 조사는 82년에 시작되어 현재 4곳의 잠재적 후보지가 선정되어 있다.

이어 90년대에는 원전 도입 계획 수행의 사전 연구로 부지 확인(SIS : Site Identification) 연구가 95년 완료되었고, 부지 적합성 조건 연구(SQS : Terms of Reference of Site Qualification Study)와 환경영향평가서(EIA : Environmental Impact Assessment)가 작성되어 있다.

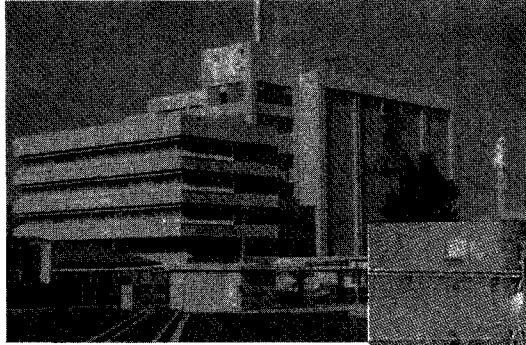
태국의 원전 도입에 영향을 미치는 요인, 즉 원전 도입이 이루어질 경우 선결되어야 할 5가지 주요 사항은 다음과 같다.

- ① 원전의 안전성과 방사성 폐기물 처리에 대한 PA
- ② 원전의 경쟁력 확인
- ③ 확고한 정책적 의지
- ④ 원전의 건설 비용 분석
- ⑤ 방사성 폐기물 처분

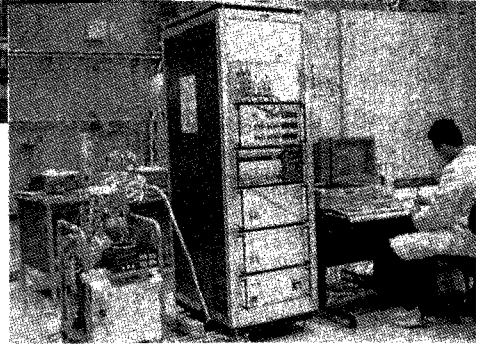
4. 원자력 관련 기구

태국에는 61년 4월 발효된 원자력의 평화적 이용법을 바탕으로 과학기술 및 환경부(MOSTE : Ministry of Science, Technology and Environment) 산하에 원자력청(OAEP : Office of Atomic Energy for Peace)이 설립되어 있다.

이 기관의 역할은 정부의 원자력에 관한 의사 결정 기구인 태국원자력위원회(TAEC : Thai Atomic Energy Commission)의 업무를 보조하는 것



인도네시아의 BATAN



인도네시아의 재료과학연구센터

이다.

이 밖에도 96년 국가원자력연구위원회가 발족되었고, 97년에는 이 위원회에 의해 2년의 연구 계획으로 기술 및 안전성, 경제적 가능성, 환경영향, 그리고 대국민 홍보라는 4개의 하부 위원회가 구성되었다.

이곳에서의 연구 결과는 99년 중에 내각에 제출될 예정이다.

현재 태국의 원자력 활동은 RI 연구 분야에 치중되어 있다. 이는 방사성 동위원소의 공업 농업 의학적 이용에 집중되고 있으며, OAEP가 중심이 되어 연구로 운영과 방사선 방호, 폐기물 관리, 환경 감시 등에 관한 연구들이 수행되고 있다.

국가적 차원의 방사선 감시 체계가 지역별로 갖추어져 있으며 중앙 집중화된 폐기물 처리 설비가 OAEP에 의해 운영되고 있다.

또한 태국조사센터(TIC)는 OAEP가 캐나다의 협력으로 설치하였다. 이 기관은 89년 9월 운영하기 시작하여 식품에 대한 감마선 조사와 방사선 의학 이용 등을 수행하고 있다.

이 밖에도 97년에 건설에 착수한 원자력연구소가 있다. 이 연구소는 연구용 원자로를 비롯하여 방사성 동위원소 가공 시설과 저준위 방사성 폐기물 처리 시설이 갖추어질 예정이고, 이외에도 의료용 RI 생산과 원자력 산업 기술 연구도 병행할 예정이다.

태국의 원자력 시설은 최초의 연구용 원자로로 62년 10월 초기 임계에 도달한 TRR-1(Thai Research Reactor-1)가 있다.

이 원자로로는 태국의 원자력 기술개발에 있어 매우 중요한 역할을 수행해 왔으며 OAEP에 의해 운전되고 있다. ☞