

# 中國 原子力發電의 現況

周 治 湖

中國能源部 核工業第五研究設計院

中國은 현재 총면적 960만km<sup>2</sup>, 인구 약 12억명이며 세계 제3위의 에너지생산국이 됐지만 그 거대한 인구에 압도되어 1인당 GDP는 300달러 정도로 매우 낮다.發電규모도 세계 제4위가 됐지만 1인당 연간전력량은 매우 낮다(표 1).

발전설비는 주로 화력과 수력으로 1990년도의 화력설비용량이 9,774만kW, 수력이 3,726만kW로 각각 총설비용량의 72.4%와 27.6%를 차지하고 있다.

원자력발전 개발은 이미 1972년부터 검토가 시작됐지만 개발속도는 그다지 빠른 편은 아니었다.

그러나 中國 能源部の 원자력공업분야 전문가들과 그의 직원들의 노력으로 上海 근처의 秦山에서 건설이 진행되고 있던 秦山원자력발전소(30만kW급 PWR 1기)의 운전을 1991년 12월15일에 시작할 수 있었다. 이에 따라 中國은 원자력발전이 전무했던 시대는 끝났다고

中國 정부는 전세계에 천명했다. 中國 사람들은 이 소식을 듣고 매우 기뻐했다. 원자력공업분야의 설계와 연구를 맡고 있던 필자로서도 그렇게 좋을 수가 없었다.

또한 이 발전소 건설에 대해서는 국제원자력기구(IAEA)와 프랑스, 日本, 영국, 미국 등이 우리에게 최대의 지지를 보내주었다. 발전소의 운전개시로 中國의 원자력발전이

세계의 원자력전문가들로부터 주목을 받게 될 것으로 생각된다. 여기에서 中國의 원자력발전에 관해 그 개요를 소개하기로 한다.

## 원자력에 대한 기대

1. 에너지자원의 분포상황으로 보아 中國은 원자력발전의 개발을 추진하지 않으면 안된다.

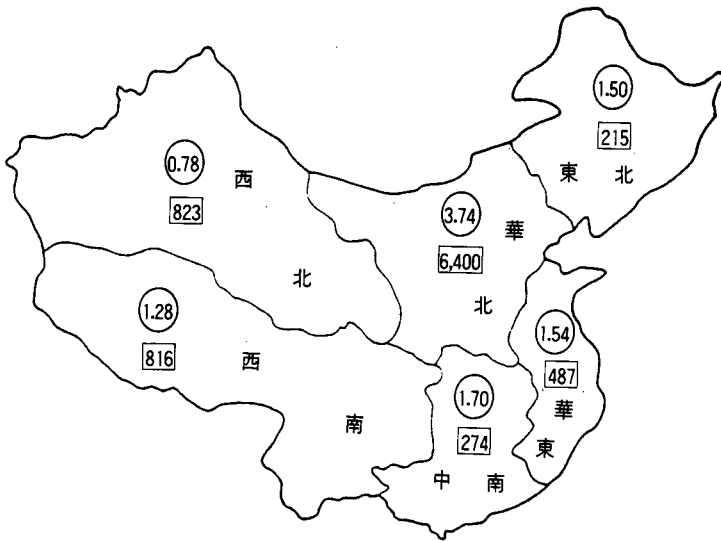
中國은 광대한 국토를 가지고 있는 개발도상국이다. 1980년부터 2000년까지의 20년간 국민총생산의 전반적인 정부 목표는 4배를 겨냥하고 있다. 이 경제성장 속도를 유지하기 위해 에너지생산량을 이 기간중에 적어도 2배로 늘리지 않으면 안된다. 中國의 주에너지자원은 석탄이며 中國의 총에너지량의 70% 이상을 차지하고 있다.

세계의 석탄자원의 대부분은 북위 30도 이상의 지역에 매장돼 있고 이 가운데서 옛 소련, 미국, 中國 등 3개국이 세계 석탄자원의 90% 정도를 차지하고 있다. 中國

<표 1> 주요 국가의 발전실적(1987년)

항 목 국 가	발전설비 (만kW)	발전전력량 (억kWh)	1인당 연간 발전전력량 (kWh)
미 국	71,805*	26,856	11,011
옛 소련	33,200	16,650	5,881
日 本	17,910	7,190	5,881
中 國	10,193	4,973	460
캐나다**	10,007	4,570	17,965
서 독	10,102	4,182	6,838
프 랑 스	10,701	3,380	6,437
영 국**	6,651	3,010	5,305
인 도	5,419	2,018	250
이탈리아	5,640	2,011	3,507

\* 자가발전 제외 \*\*1986년



〈그림 1〉 ○ 1989년 석탄생산량(억톤), □ 석탄확인매장량(억톤)

은 자연의 혜택을 받고는 있지만 석탄자원의 지리적 분포는 생산력 분포와는 맞지 않고 있다. 이것은 옛 소련, 미국의 상황과도 비슷하다. 옛 소련의 석탄자원의 80%는 아시아지역에 있지만 공업과 인구는 유럽지역에 집중돼 있고, 미국의 석탄자원도 66%가 서부지역에 분포돼 있지만 공업과 인구는 동북

지역에 밀집돼 있다. 中國의 경우도 석탄매장량의 71%가 華北지역에 분포돼 있지만 공업과 인구는 동북과 동남부 연해지역에 집중돼 있다. 〈그림 1〉에 1989년 현재의 中國의 각 지역별 석탄생산량과 보유매장량을 보였다. 이에 따르면 中國의 석탄 확인매장량은 9,015억 톤이다. 현재의 연간소비량이 약

10억톤 되므로 앞으로의 소비증가를 감안하더라도 향후 몇백년을 커버할 수 있는 양이다. 석탄이 분포돼 있는 지역이 華北지역에 편재돼 있어 수요지와는 멀리 떨어져 있기 때문에 산지의 석탄을 동부, 동남부 연해지역에 수송하기가 어려운 상황에 놓여있다. 특히 공업과 인구가 연해지역에 있는 몇개의 省, 市, 自治區에서는 에너지자원이 크게 부족한 상황이다(표 2). 〈표 2〉에 의하면 연해지역에서 생산되는 에너지는 전국의 총에너지의 13.4%로 소비에너지의 56%를 다른 省, 市에서 공급받고 있다. 그러나 이들 지역의 인구는 전국 인구의 26.2%, 공업생산액은 전국의 34.8%를 차지하고 있다. 이 지역에 매장돼 있는 자원을 개발해도 에너지공급이 수요를 쫓지 못해 특히 전력부족이 여전히 심할 것으로 보인다. 〈표 2〉 중의 9개 省, 市의 소비에너지는 2000년과 2020년에 각각 4.74억톤과 9.6억톤의 표준탄이 필요할 것으로 전망된다. 이갈

〈표 2〉 中國 沿海지역에 있는 9개 省, 市, 自治區의 에너지생산량과 수급상황

(단위 : 표준석탄환산만톤)

省, 市, 自治區의 명칭	계	원 탄	원 유	천연가스	수 력 발전량	에너지 소비량	에너지 공급량	에너지 공급량과 소비량의 비율(%)
北 京 市	704.9	698.1			6.8	2,291	1,586	69
天 津 市	611.0		535.2	75.8		1,680	1,069	64
遼 寧 省	4,936.8	3,279.6	1,317.5	199.1	140.6	6,670	1,733	23
上 海 市						2,553	2,553	100
江 蘇 省	1,648.7	1,567	79.7		2.0	4,056	2,407	59
浙 江 省	265.2	107.6			157.6	1,765	1,500	85
福 建 省	619.7	433.2			186.5	1,043	423	41
廣 東 省	864.1	580.2	14.5		269.4	2,495	1,631	65
廣 西 自 治 區	641.0	427.8	5.1		208.1	1,008	367	36
합 계	10,291.4	7,093.5	1,952	274.9	971.0	23,561	13,269	56

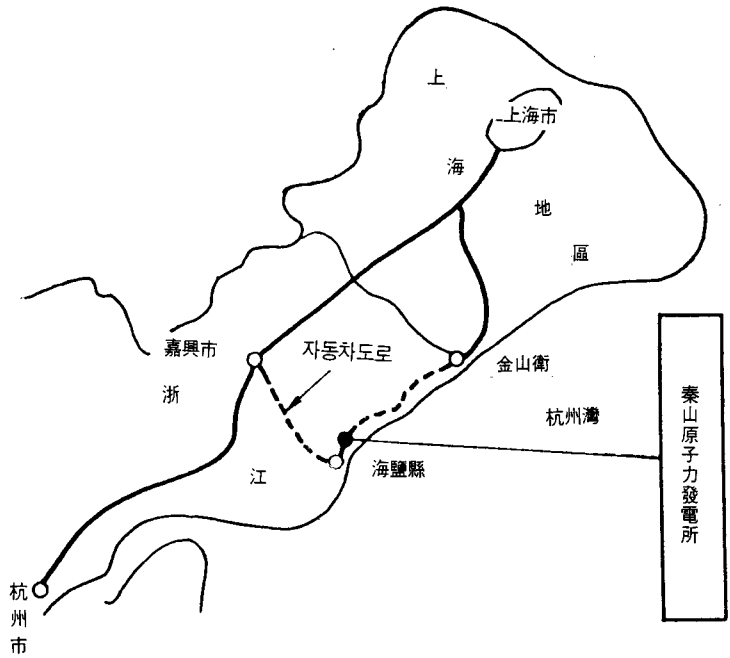
(주) 위의 표는 1985년 통계

은 큰 수요량은 아무래도 이 지역의 에너지개발만으로는 이 지역의 경제발전에 필요한 양을 충족할 수 없다. 이 문제를 해결하기 위해 華北지역의 석탄을 9개 省, 市에 철도수송하는 문제가 고려되고 있다. 中國 鐵道部 자료에 의하면 전국 철도수송량 중의 약 40%가 석탄수송량이다. 여행중에도 장거리 석탄수송열차를 자주 볼 수 있어 수송이 문제라는 것을 피부로 느낄 수 있다. 석탄수송은 中國 정부의 고문거리가 돼 있다.

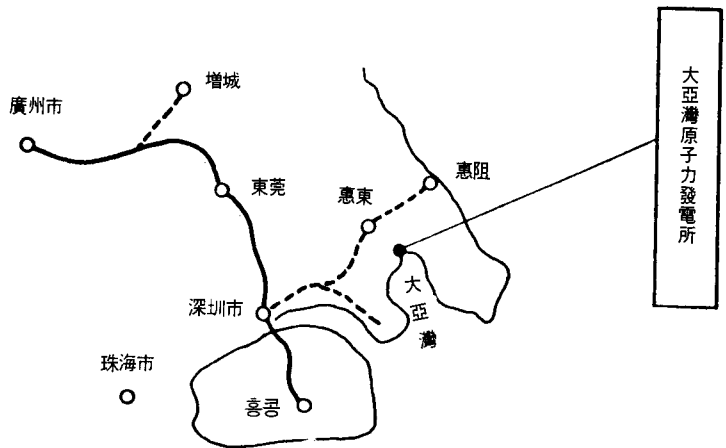
이같은 이유로 中國 정부는 연해 지역에 대규모 원자력발전소를 건설하기로 결정했다. 1991년 3월에 열린 全國에너지會議에서 원자력발전소를 더욱 발전시킬 것을 재확인했다. 또 原子力工業總公司는 1991년 5월 北京에서 원자력발전에 관한 제1회 경제검토회의를 열어 원자력발전의 경제성개선책을 논의했다. 『원자력발전도 하나의 상품으로 우리나라의 국민생산과 국민생활에 직접 관계가 있다』고 原子力工業總公司의 黃齊陶 副總經理가 개회사에서 밝혔다.

2. 국가의 위신을 높이기 위해서도 원자력개발을 추진해야 한다.

70년대에 국제원자력기구(IAEA)에 의해 개최된 한 회의에서 『한 나라가 원자력대국에 속하느냐 아니냐 하는 문제는 원자폭탄이 있느냐 없느냐에 따라 판정되는 것이 아니고, 원자력발전소가 있느냐 없느냐에 따라 판정된다. 물론 中國은 역시 원자력대국이라고 할 수 있다. 中國의 臺灣에는 원자력발전



<그림 2> 秦山原子力發電所



<그림 3> 大亞灣原子力發電所

소가 몇기 있기 때문이다』고 어느 대표단의 한 사람이 발언한 일이 있다. 당시 이 회의에 참석하고 있던 中國 대표단의 한 사람인 歐陽豫(현재 秦山원자력발전소 설계총책

임자)는 臺灣에는 원자력발전소가 있지만 中國 대륙에는 원자력발전소가 없기 때문에 역시 나라의 위신을 높일 수 없다고 생각했다.

歐씨는 中國의 첫번째 원자료를

창출하고 있는 설계총책임자다. 그는 직접 周恩來 總理로부터 지시를 받은 일이 있다. 당시 周恩來 總理는 원자력공업의 전문가들로부터 원자력의 평화이용에 관해 몇번이나 보고를 받은 일이 있다. 『원자력발전을 개발하라』고 周總理는 몇번이나 명령했다. 中國 能源部는 周恩來 總理의 지시에 따라 원자력 발전에 「안전, 적용, 경제, 자력갱생」이란 방침을 세웠다. 1974년 3월 31일 周總理는 鄧小平, 葉劍英, 李先念, 谷牧 등 중앙정부 지도자들과 함께 秦山원자력발전소에 관한 보고를 받고 나서 발전소건설계획을 승인했다. 그러나 당시 中國의 文化大革命의 영향도 있고 또 재력도 약했기 때문에 원자력발전소건설계획은 세워져 있었지만 구체적인 설계는 이루어지지 않았다.

1978년에 王淦昌, 連培生 등 저명한 과학자들은 연명으로 중앙정부 지도자들에게 장문의 서한을 보냈다. 이 서한에는 中國의 천연자원분포의 불합리성을 해결하는 방법과 국위선양을 역설하는 내용 등이 담겨있었다.

鄧小平과 다른 중앙정부 지도자들의 지도와 국제협력에 의해 1983년 6월 1일 中國 최초의 원자력발전소인 秦山발전소가 힘겹게 착공됐다.

## 中國의 원자력발전소 현황

1. 운전개시한 秦山원자력발전소  
秦山은 浙江省 海鹽縣에 있다(그림 2). 옛날에는 이 산을 秦山이라고 부르지 않았는데 秦始皇이 海鹽

縣에 왔을 때 높이 300미터의 이 산에 올랐다고 해서 秦山이라고 부르게 됐다고 한다.

秦山원전은 上海, 杭州에서 그다지 멀지 않고 杭州灣에 면해 있어 원자력발전소의 지리적 위치로서는 좋은 곳이라고 할 수 있다. 이 발전소는 30만kW급 PWR 1기로 돼 있다.

1984년 1월 정부는 정식으로 이 발전소의 설계를 승인했다. 이것은 中國 단독으로 한 설계로 上海原子力工程研究設計院을 중심으로 6개設計院이 참여하고 있다. 건설시공과 설비조립은 11개의 工程公司, 설비제작업체는 679개소에 이르고 있다. 中國내에서 제작된 설비가 70%, 국내에서 설계해 해외에서 가공한 설비가 30%이다. 上海터빈 공장은 1985년에 30만kW급 터빈의 연구개발을 주문받아 1988년 12월 9일에는 제작으로까지 이어졌다. 30만kW급 증기발전기와 변압기는 上海보일러공장에서 1984년 10월부터 설계, 시험제작을 시작해 약 4년 걸려 1989년 4월 21일에 고품질의 제품을 완성했다. 압력용기는 日本의 미쓰비시중공업으로부터 수입한 것이다. 日本의 원자력설비 제조업체로서는 압력용기가 처음으로 해외에 수출된 셈이다.

중앙정부는 秦山원전의 건설을 매우 중요시하고 있다. 재직중의 周恩來 總理는 原子力工業部 지도자들에게 원자력개발에 대해 환경오염과 국민에의 위해가 없다는 것을 원칙으로 할 것을 엄중히 지시했다. 1986년에 秦山발전소의 건설공사가 진행되고 있을 때 같은 해

4월 26일 오전 1시 23분에 옛 소련의 체르노빌원전 사고가 발생했다. 당시 李鵬 總理는 곧 北京을 떠나 秦山원자력발전소 현장으로 가 고민 중인 엔지니어들에게 『체르노빌사고는 우리들에게 심각한 교훈을 주었지만 이 교훈은 우리나라가 원자력발전소를 건설해서는 안된다는 것은 아니다. 원자력발전소의 생명은 무엇보다도 우선 안전해야 한다는 것이다. 中國 원자력발전 발족은 성공하지 않으면 안된다. 결코 체르노빌사고와 같은 비극이 中國에서 일어나서는 안된다』고 연설했다.

秦山원자력발전소는 上海市에 가깝기 때문에 上海市 당국은 이 발전소 건설에 대대한 지원을 했다. 예를 들어 日本에서 수입한 압력용기는 日本 神戶港으로부터 上海港에 도착했지만 이 압력용기를 건설 현장에 수송하는 것은 여간 어려운 일이 아니었다. 당시 上海市委員會書記였던 江澤民은 수송담당자에게 중요한 압력용기를 안전하게 秦山 건설현장으로 운반하지 않으면 안된다고 주의를 환기시켰다.

秦山원자력발전소는 1983년 6월 1일 착공해 8년후인 1991년 12월 15일 운전에 들어갔다. 이것은 한 발전소의 완성으로 연간 15억kWh의 전력량을 얻을 수 있을 뿐만 아니라 中華人民共和國의 영광이기도 했다. 中國 정부 國務院 副總理 鄧家華는 秦山원전을 시찰했을 때 「국가의 영광」이란 題字를 남겼다.

그 다음의 2기공사(60만kW 2기)는 1987년 10월 中央國務院이 2기공사 설계를 정식 승인해 1988년 8

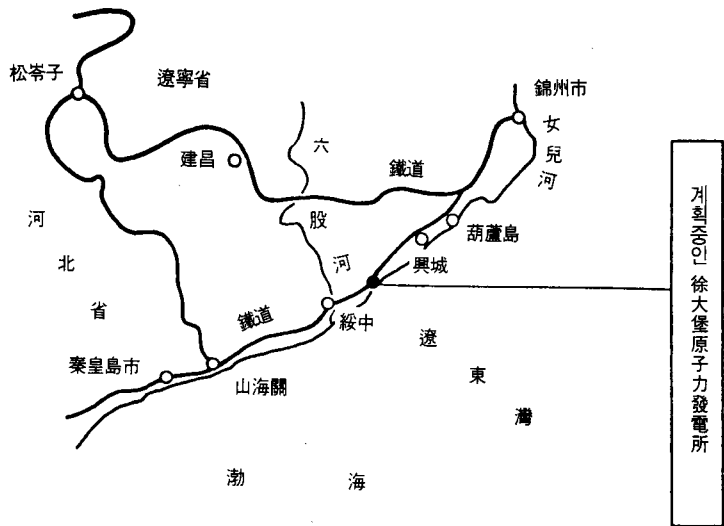
월부터 1990년 2월까지 전체설계가 끝났다. 설계기관은 能源部 原子力工業 第1, 第2設計院과 華東電力設計院의 3군데 設計院이다. 1991년 7월부터 1992년 12월까지 기본설계를 마쳤다. 언제 착공할지는 아직 모른다. 또 60만kW 2기와 30만kW 2기를 증설예정므로 이 발전소의 최종규모는 7기, 총출력 330만kW로 계획돼 있다.

### 건설중인 大亞灣원전

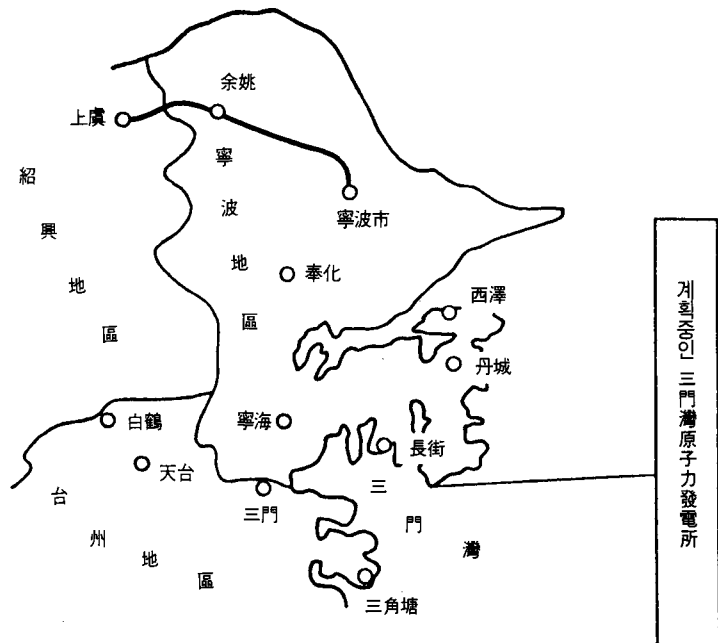
大亞灣원자력발전소(90만kW급 PWR 2기)는 廣東省 동남부에 위치하고 深圳市와 홍콩에 가까워 홍콩에서 자동차로 深圳市까지 1시간 정도의 거리에 있다<그림 3>.

이 발전소는 총투자액이 40억달러로 中國이 75%, 홍콩이 25% 출자해 공동운영하는 것이다. 출자당사자로 廣東原子力發電投資會社와 홍콩原子力發電投資會社가 1983년에 설립됐다.

이 프로젝트는 秦山원자력발전소와는 달리 원자력기술을 프랑스로부터 도입하고 있다. 설계기관은 프랑스전력공사(EdF), 프랑스의 프라마툼社, 영국의 GEC社이다. 건설시공은 HCCM 公司(中國, 프랑스, 日本의 합작회사)에 의해 이루어지고 있다. 원자로 본체의 발주선은 프랑스의 프라마툼社, 또 터빈발전기는 영국의 GEC社에서 공급한다. 발전소 설계에서 공정관리, 요원훈련, 시운전, 상업운전후까지 프랑스의 EdF社가 기술적인 책임을 지고 있기 때문에 현장에는 프랑스 엔지니어들이 많다.



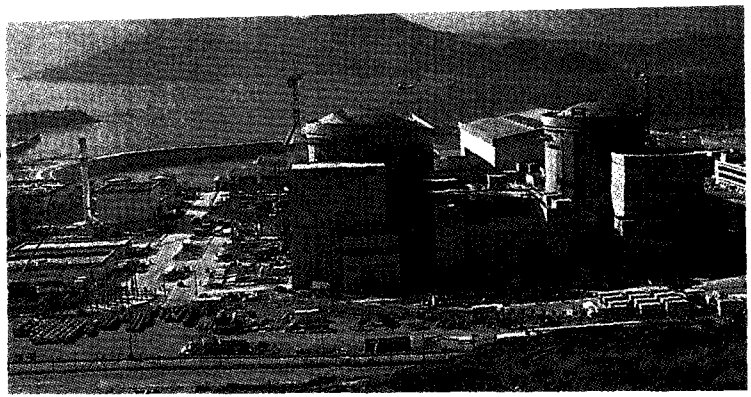
<그림 4> 계획중인 徐大堡原子力發電所



<그림 5> 계획중인 三門灣原子力發電所

한편 운전원 훈련도 잘 이루어지고 있다. 운전원을 두 수준으로 나눈다. 즉 고급운전원과 일반운전원

이다. 고급운전원은 국내에서 훈련한 후 프랑스의 훈련센터와 원자력 발전소에 들어가 직접 프랑스 전문



가로부터 지도를 받고 있다. 고급 운전원 117명은 프랑스 EdF社가 운전합격증을 받고 돌아왔다. 일반운전원에 대한 훈련은 국내의 蘇州熱工研究所에서만 하고 있다. 기간은 만 1년간이다. 100명 정도가 이미 훈련을 마쳤다.

大亞灣원자력발전소 건설은 1986년 10월7일에 착공해 5년만에 건설공사를 모두 마쳤다. 1991년 1월부터 68명의 기술자(中國인 52명, 프랑스인 16명)로 이루어진 시운전조가 급배수 위생, 에어컨, 전기 등 시스템에 대해 172항목의 테스트를 하고 있다. 172항목 중의 90항목은 1호기, 19항목은 2호기이고 나머지 63항목은 보조시설이다. 상업운전개시는 1호기가 1993년 10월7일, 2호기가 7월로 예정돼 있다. 발전전력량의 70%를 홍콩에 공급할 예정이다.

## 계획중인 원자력발전소

### 1. 徐大堡원자력발전소

1978년 3월부터 遼寧省에서 원자력발전소 건설용지에 대한 검토가 시작되어 1년 정도 조사, 분석한 결과 徐大堡라는 곳을 발전소 예정지로 결정했다(그림 4).

徐大堡는 遼東灣에 면해 있고 綏中市로부터 19km, 興城市로부터 33km의 거리에 있다.

1990년 3월14일에 中國 能源部の 黃毅誠 部長은 『中國 정부는 遼寧省 동북부에 원자력발전소를 건설하는데 관심을 갖고 있다』고 밝힌 바 있다. 이 발전소 규모는 100만kW급 단위 2기로 예정돼 있다.

### 2. 三門灣원자력발전소

〈표 2〉에서 보는 바와 같이 浙江省의 에너지소비량은 56%가 다른 省, 市로부터 오고 있다. 浙江省의 전력난을 해결하기 위해 1987년부터 浙江省에서 발전소 건설에 관한 연구가 시작됐다. 그 결과 건설장소로 三門灣이 선정됐다(그림 5). 그리고 1989년에 지반의 보링조사가 실시됐다. 원자력공업분야의 전문가들은 三門灣발전소를 秦山원자력발전소 다음의 華東지역 발전소로 보고 있다.

또 1984년초 上海市 주변 공업지구인 金山縣에서 원자력발전소 건설을 위한 기초조사가 실시됐는데 金山縣 지대는 지질이 매우 나빠(약하다) 원자로건물의 지반정비에 만 1億元 이상의 비용이 들고 이같은 취약한 지반 위에 원자력발전소를 건설한다는 것은 기술적으로 곤란하기 때문에 연구가 중지됐다. 필자도 연구원으로 그 기초조사와 가능성검토에 참여했다.

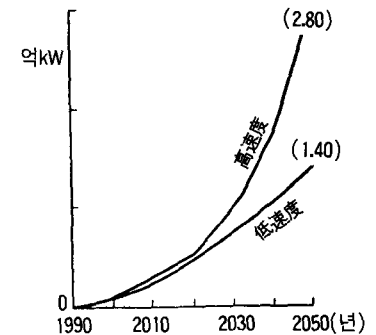
## 원자력의 전망

앞서 말한대로 秦山원자력발전소가 운전을 시작한 것은 中國이 원자력발전 시대로 접어드는 이정표이다. 中國 能源部の 원자력발전계획에 의한 1991년부터 2015년까지의 원자력발전 설비용량을 〈표 3〉에 보였다. 만약 2050년까지 원자력발전 설비용량이 전국 총용량의

10~20%가 되면 원자력발전에 의한 발전량의 최저치와 최대치를 예상할 수 있다(그림 6). 계획달성이 상당히 곤란한 것으로 예상되지만

〈표 3〉 中國의 원자력발전설비계획  
(1992~2015년)

연도	1992	1993	2000	2015
발전설비용량 (만kW)	120	210	500	3,000



〈그림 6〉 中國의 원자력발전 전망

자원偏在 문제를 해결하기 위해 아무리 곤란해도 원자력발전을 조속히 발전시키겠다고 中國 정부는 결의하고 있다.

1992년 1월5일 北京에서 열린 全國에너지會議에서 李鵬 國務院總理는 회의참석자들을 접견하고 中國의 원자력발전 개발을 강조했다. 필자도 中國 共產黨과 중앙정부 지도하에 전국민이 일치단결해 노력한다면 목표를 달성해 선진제국을 쫓을 수 있을 것으로 확신하고 있다.(日本 原子力工業 2月號)■