

資源産業에 대한 새로운 비전창출을 제안하며

(일본의 자원산업범위와 연구개발동향을 중심으로)

최국선 1)

1. 들어가기

지난 2년전부터 IMF 관리체제로 나타난 경제위기 극복을 위해서 대한민국이라는 국가와 그 구성원 모두 많은 노력을 경주하여 왔다. 그러한 노력은 미래에 대한 계획이라기보다는 현실적인 문제해결에 집중되었다. 이리하여 장기적 비전을 가지고 추진되어야 할 많은 일들은 우선 순위에서 밀릴 수 밖에 없었다. 특히 구미 선진국들이 21세기 새로운 millenium의 의미를 새기고 나름대로 생존 전략을 수립할 때 우리가 할 수 있는 것이 별로 없었다. IMF를 슬기롭게 극복하고 있는 지금이라도 우리의 눈으로 millenium 2000을 응시하고 그 의미와 대응방법을 모색해야 된다고 생각한다.

현재의 IMF 위기는 21세기에 직면하게 될 자원공급과 지구환경의 위기에 대한 전주곡이라고 필자는 생각하고 있다. 국가와 국민경제의 에너지와 자원을 안정적으로 공급하는 자원산업과 관련된 기술체계는 아무리 강조해도 지나치지 않는다. 그러나 현실적으로 에너지 자원과 관련된 것 외에 광물자원 및 소재에 대한 국가차원의 정책과 관리, 그리고 연구개발방향에 대하여 문제점이 많이 지적되고 있다. 이러한 난점을 타개하고 새로운 자원산업의 개념과 발전방향을 모색하고 각 당사자간의 긴밀한 협력체계를 구축하는 것이 시급하다고 판단된다. 이러한 맥락에서 한국보다 먼저 이러한 문제점에 대하여 고민하고 나름대로 처방을 내린 일본의 예를 소개한다. 또 이글에 대한 결론을 따로 쓰지 않고, 대신 자원산업의 미래에 대한 적극적인 논의의 필요성을 여러분들께 제안하고자 하는 것입니다.

2. 일본의 자원산업범위와 연구개발동향

90년대 들어 거품경제 붕괴로 야기되는 경제구조적 문제, 에너지·환경등의 지구적 문제, 동서냉전 이후 군사기술로부터 산업기술로의 이행, 자원빈국이라는 한계 등 일본의 산업이 이 갖고 있는 문제점이 노출되기 시작하였다. 이러한 문제를 극복하기 위한 방편으로 통상산업성 주도하에 산업과학기술개발의 방향성과 방법이 종합적으로 제시되었다. 1994년 8월15일, 통상산업성 공업기술원이 발행한 “産業科學技術 研究開發指針”[1]에는 21세기를 향한 통상성의 연구개발전략은 물론 의지가 구석구석 배어 있다. 이 책은 특히 두가지 면에서 시사하는 바가 크다고 생각된다. 지금까지 폐쇄적이던 일본의 연구개발 방식이 공개적으로 바뀌었다는 점과 catch-up형 연구개발에서 독창적인 분야를 중심으로하는 frontier형 연구개발체제로의 대대적인 전환을 모색하고 있다는 점이다.

일본의 산업과학기술은 크게 9개로 분류되어 기술동향과 연구개발 방향이 제시되고 있

주요어 : 산업과학기술, 일본, 통상산업성, 자원산업, 연구개발, 에너지, 자원, 환경

1) 한국자원연구소 자원활용연구부(gschoi@rock25t.kigam.re.kr)

다. 즉, ① 신재료기술분야, ② 바이오테크놀로지분야, ③ 전자·정보·통신기술분야, ④ 기계·항공·우주기술분야, ⑤ 의료·복지기기기술분야, ⑥ 인간·생활·사회기술분야, ⑦ 자원기술분야, ⑧ 에너지·환경분야, ⑨ 공통기반기술분야로 구분하였다. 이 글에서는 자원기술 분야를 중심으로 소개하고자 한다.

가. 자원기술분야의 체계

일본에서 보는 자원기술의 관점은 산업과학기술 외에 지구 시스템과 밀접하게 관련된 포괄적 개념을 가지고 있다. 즉, 자원기술은 지질학, 지구물리학, 암석역학, 환경보전공학등 지구를 대상으로하는 자연과학과 전기·기계·화학 등 많은 공업기술과의 조합으로 이루어지는 「종합공학」이다. 또한 「자연·환경」과 「과학·공학」과의 가교역할을 하는 분야이며 에너지와 재료를 공급함으로써 사회·산업의 존속기반을 이루는 분야로 규정하고 있다.

나. 자원기술의 대상영역

자원기술을 크게 탐사기술, 생산(개발)기술, 정련·정제·가공기술로 대별하고 있으며 상세기술은 자원의 종류별로 다르게 분류하고 있다. 즉, 기존의 금속·비금속자원, 탄화수소자원은 재래형 자원으로 심해, 극지 그리고 우주를 대상으로 하는 비재래형 자원으로 분류하고 있다. 특히 자원리싸이클링의 대상이 되는 폐자원, 폐기물 등을 재생형자원으로 분류함으로써 이 분야를 자원의 관점으로 이해하려는 노력에 주목할 필요가 있다고 본다. 자원기술의 자원별 체계도 및 관련기반기술을 Fig. 1에 보였다. 이러한 배경하에 작성된 자원기술의 개념도를 Fig. 2에 보였으며, 여기에서는 자원의 유한성과 환경적 관점에서의 유일한 타개책이 기술개발임을 분명히 밝히고 있다.

다. 자원산업의 특성

자원산업은 사회전체로의 과급효과가 크고, 그 기술은 total system이라고 해야 할 종합공학적으로 접근하고 있다. 또한 자연·환경과 조화되는 기술로서 문제해결책을 제시할 무한한 가능성이 있다. 여기서 주목해야 되는 것은 일본의 자원산업 범위가 구체적으로 나타난 Fig. 3 이다. 실선으로 표시된 부분이 자원산업으로서 무기재료와 같은 산업기초소재는 물론 석유정제까지 자원산업에 포함시키고 있다는 점이 특히 주목된다.

라. 자원수요의 전망

자원관련 정책의 기본이 되는 자원수요는 경제, 사회의 발전에 따라 계속 증가해왔고 앞으로 계속 증가할 것으로 예상하고 있다. 구체적인 증거로 1960년과 1990년 비교하면 아연은 약 2.5배, 보오크사이트와 니켈은 약 3.5배로 증가해왔고 에너지소비 : 2.8배로 증가한 자료를 제시하였다. 이러한 자료를 바탕으로 자원의 안정적 공급은 계속 중요한 사항임을 분명히 제시하고 있다. 또한 향후 자원의 기술적 의존성이 확대될 것을 예측하고 있으며 그 구체적인 요인을 아래와 같이 들고 있다.

첫째로 자원산업이 갖는 에너지다소비와 큰 환경부하의 해결이라는 측면이다. 예로 동·연·아연의 제련시 발생하는 황화물량은 세계화력발전의 약 2.5배에 달하고 있다. 따라서 지구문제를 해결하기 위해서는 에너지절약, 자원절약 외에 total eco-technology라는 「재료(자원)효율」 : material efficiency 개념의 도입을 강조하고 있다.

둘째로 현행 기술하에서는 저품질광 이용에 한계가 있다는 분석이다. 즉, 정련에 필요한 에너지는 품질저하에 동반하여 지수함수적으로 증가하기 때문에 경제성은 물론이고 환경대책상으로도 대응하기 곤란하다는 이유를 들고 있다.

셋째로 경제·정보의 국제화, 정치동향의 세계화, 환경·지구문제 등에 따른 기술적 자원화가 불가피하다는 분석이다. 즉, 종래의 구미 자원정책, 기업전략의 주류는 「정보」에 의한 대응이었다. 즉, 어떤 나라에 정련이 일어나거나 또는 그 징후가 포착되었다면 「영향이 우려되는 자원을 확보함과 동시에 대체자원을 검증한다」와 같은 대책을 강구해왔다. 그러나 지구적 규모로 동시에 정보가 유통되는 현실에서는 이같은 대응에 한계를 보이고 있다. 또한 국내는 물론 해외 주민의식이 높아져 광업사무소의 존속이 문제가 되는 상황에 직면하고 있다는 상황을 명확히 인식하고 있다.

넷째로 자원산업의 궁극적인 목표는 천연자원의 추가적 이용없이 동일자원의 recycle에 의한 사회·경제 전체의 needs를 만족시키는 것임을 다시 한번 확인하고 있다. 그러나 현실적으로 이같은 궁극적인 단계에 도달할 때까지는 미이용자원, 한계영역으로의 도전, 자원생산시스템·순환구조를 변화시킴으로써 기술적 돌파구를 마련해야 할 수밖에 없다는 기술개발 논리를 전개하고 있다.

마. 일본의 자원분야의 연구개발 주체

자원분야는 국가연구개발사업으로 주도 되고 있으며 그 이유를 다음과 같이 들고 있다.

- ① 자원의 개발·이용이 자원·에너지정책과 깊은 관계가 있으며,
- ② 기술적 성과가 즉시 산업화되기 힘들어 경쟁원리도 적용되기 힘들고,
- ③ 사회·경제를 지탱하는 기반이 되고 있고,
- ④ 일반적으로 자원의 탐사·개발 등에 적용되는 기술이 거대하고
- ⑤ 개발에도 risk가 크므로 산업화 이전의 주요 연구개발은 국가(또는 관련기관)가 주도

바. 자원분야에 대한 국가적 연구개발 방향

자원은 사회·산업의 존속기반이고, 자원의 안정적 공급문제는 항상 존재하여, 경제적 논리에만 맡겨둘 수 없기 때문에 정책적으로 대처해야 할 분야라고 명시하고 있다. 특히 에너지·광물의 대량 소비국이면서 자원이 부족한 일본으로서는 자원기술개발은 국가의 책무로 보고 있다. 밖으로는 자원산업기술을 필요로 하는 자원생산국, 개발도상국과의 기술협력을 진척시켜 세계의 자원안정공급을 도모한다는 국제적인 책무로 기술하고 있다. 이러한 자원문제는 근본적으로 국제적 문제라는 인식을 반영한 것으로 판단된다.

사. 자원분야에 대한 통산산업성의 연구개발 방향

민간에서 risk가 높은 연구개발을 실시·지원하며 구체적으로 밝히고 있는 것을 요약하면 다음과 같이 요약된다..

- ① 지하심부, 복잡한 구조에 대응한 고정밀 탐사기술의 추진
- ② 省力化. 한계영역(저품질, 대심도, 극지)에 대응한 생산·개발기술 추진
- ③ 省에너지·환경에 대응, 소재의 기본특성 향상을 위한 정련·정제·가공기술 추진
- ④ 보안·환경보전 수준을 높이기 위한 기술 추진
- ⑤ 자원분야의 공통 기반기술 추진(광상형성기구해명, 지각특성의 이용개발기술, 탐사해석평가, 정밀리싸클링기술, 산업보안기술 등)

또한 이러한 자원기술개발을 원활히 하기 위한 연구개발 기반정비에 대해서는 ① 자원분

야 뿐만 아니라 토지이용, 방재, 환경보호에 활용될 수 있는 지하정보 DB구축, ② 자원별 연구개발의 상호조정 및 추진체제 정비를 마지막으로 제안하고 있다.

3. 자원 및 에너지·환경 기술분야의 연구개발방향 비교

사업 구분	자원기술분야	에너지·환경분야
기술의 정의	·사회·산업으로 에너지원료 및 재료(자원)을 공급하는 기술	·에너지정책 및 환경정책의 목적을 달성하기 위한 기술
기술개발의 위치	·에너지 및 기타자원의 안정공급확보를 위한 수단	·에너지정책, 환경정책적 목표를 달성하기 위한 수단
정책과제 목표	·에너지 및 기타자원의 안정공급확보 ·자원생산시스템·순환구조 변화	·에너지: 석유대체에너지법, 에너지사용활리화법 외 ·환경: 환경기본법, 재자원이용촉진법 외
정책달성 수단	·연구개발 ·자원정책의 개혁 ·자원생산시스템·순환구조 개혁	·연구개발 ·에너지수급구조의 개혁 ·환경조화형사회의 구축 외
대상분야	·자원의 탐사기술 ·생산(개발)기술 ·정련·정제·가공기술 ·기반기술 (자원의 분류) ·채래형자원(금속,비금속,탄화수소) ·비채래형자원(육상,해상,행성위성) ·재생형자원	·환경조화형에너지공급기술 (화석에너지, 신재생가능에너지) ·환경조화형에너지전환 (전력관련, 2차에너지고도이용기술, 성에너지기술) ·환경대책기술
추진기관	·자원탐사 : 지질연구소 ·비철금속: 금속광물사업단 ·석탄 : (재)석탄기술연구소 ·석유·천연가스 : 석유공단 (재)석유산업활성화센터 ·환경분야 자원환경기술총합연구소 물질공학공업기술연구소 ·무기재료분야: 명길옥공업기술연구소 물질공학공업기술연구소 구주공업기술연구소 대판공업기술연구소 ·금속재료분야 기계기술연구소 명길옥공업기술연구소	· NEDO 등 다수의 관련 기관
비 고	<자원의 안정공급> ·주로 자원안정공급 측면에서 추진 ·세계화에 따른 자원정책의 변화에 대응하여 기술적 자원화추진 ·궁극적으로 추가 천연자원 이용없는 동일자원의 recycling에 의한 자원공급 체계 추구	<에너지·환경정책의 수단> ·에너지의 공급, 전환, 고도이용(절약)절약 및 환경대책을 위한 기술개발 ·지역공해대책에서 지구환경문제로 확대

참고문헌

1. 通商産業省 工業技術院 編, 1994, "産業科學技術 硏究開發指針," (財)通商産業調査會 出版部 發行

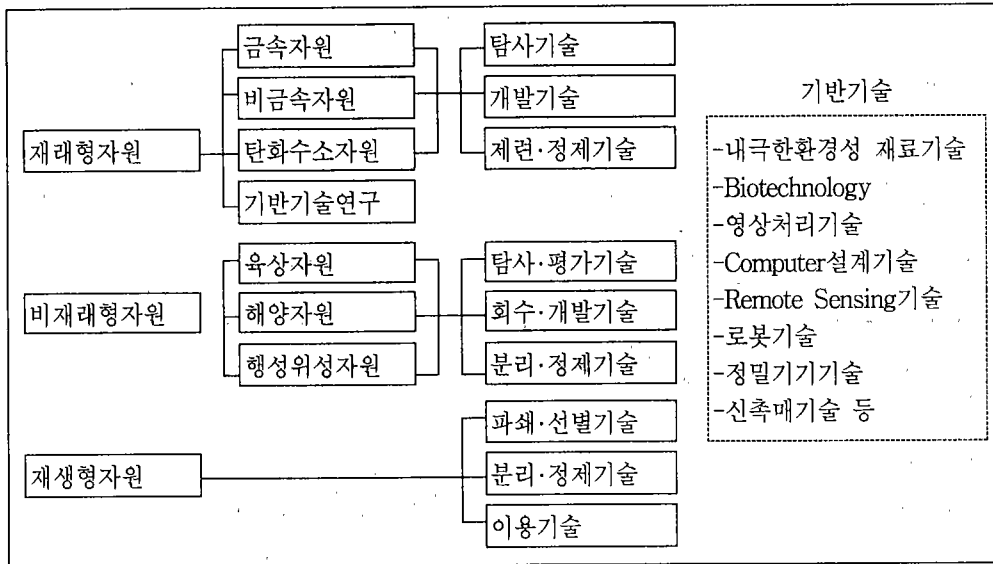


Fig. 1. 자원기술의 자원별 체계도 및 관련기반기술

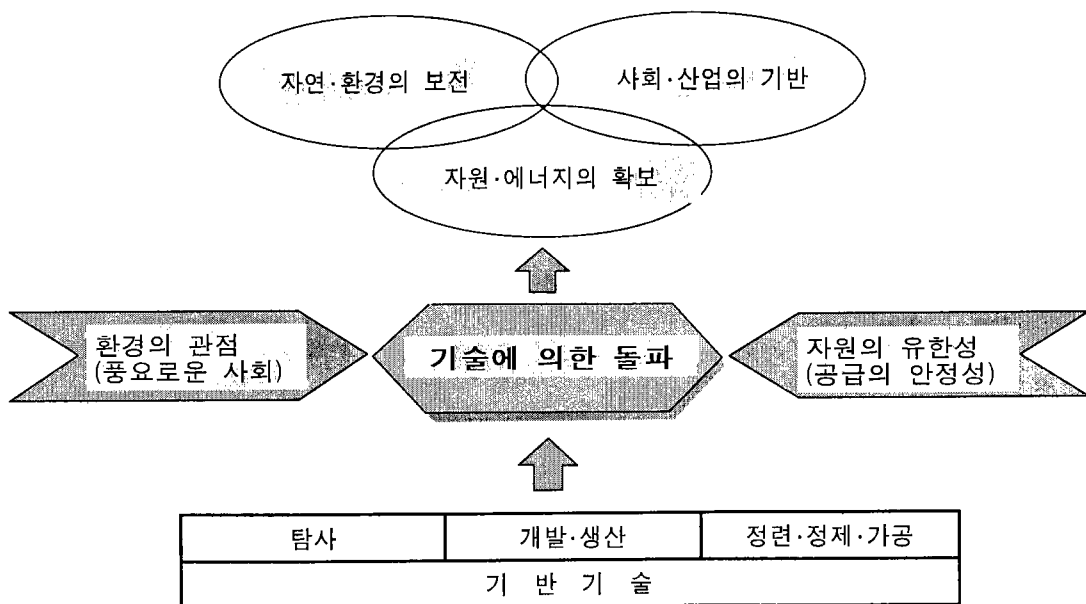


Fig. 2. 자원기술의 개념도

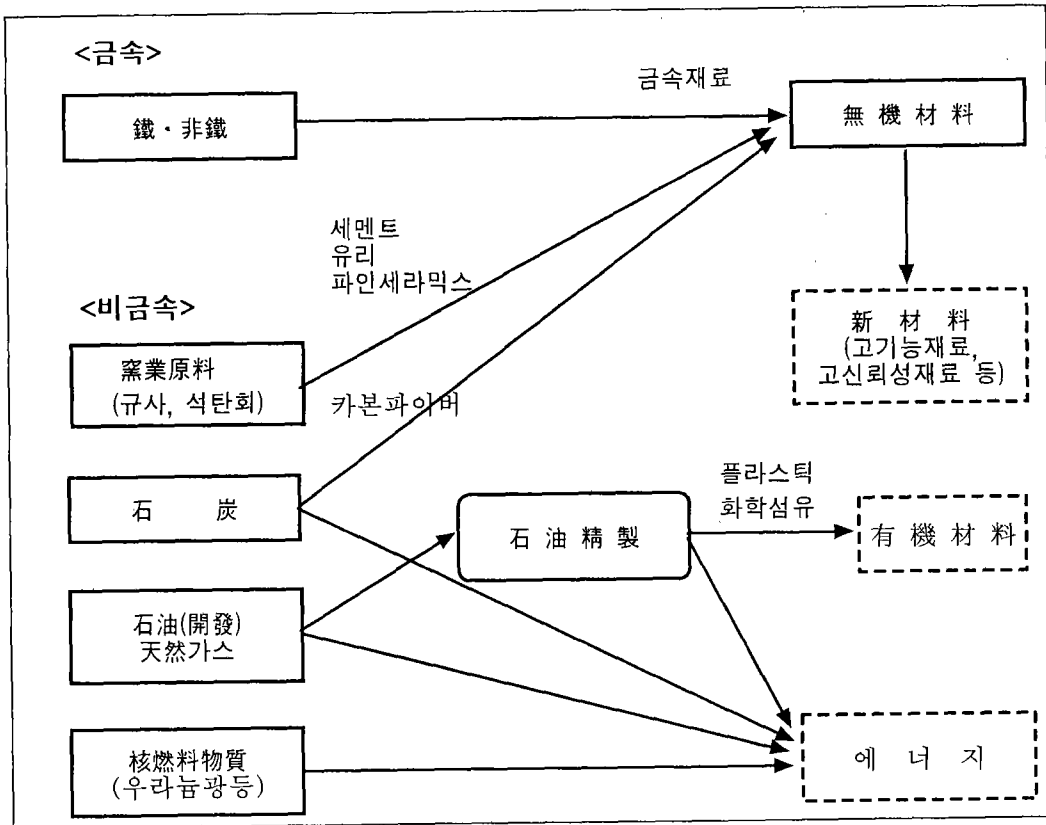


Fig. 3. 자원산업의 범위.