

# 우라늄 자원 개발 국가들의 탐색 활동

## 現實態와 動向

Paulo M. C. Barretto

IAEA 原子力 및 原子爐部.  
核物質 및 核燃料 사이클 擔當

朴 三 圭 訳

韓國原子力産業會議 企劃室

### 本稿의 內容

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| 1. 開發國家의<br>우라늄資源 | 4. 國家政策          |
| 2. 研究 및 開發        | 5. 探查制限 要素       |
| 3. 人力開發           | 6. 效果的인 探查<br>戰略 |

우라늄 探查를 위한 開發途上國들의 關心은 1973年 以來 현저히 증가되고 있다. 이는 開發途上에 있는 會員國家들이 이 分野에 對한 援助를 IAEA(國際原子力機構)에 要請한 것으로도 알 수 있으며, 關心이 增大한 重要한理 由로서는

에너지의 自給自足を 위한 關係國家들의 意慾과 石油價 引上 및 우라늄 市場價格의 극적인 상승 등을 그 例로서 들 수 있다. 開發途上國家들의 이와 같은 要請에 따라 IAEA에서는 探查·採掘·企劃·諮問 및 專門要員의 지원과 裝備 서비스를 비롯해서 要員들

의 實務敎育에 이르기까지 積極적인 援助를 하고 있다. 이에 譯者는 「開發途上 國家에 있어 우라늄 資源探查 活動」으로 하여금, 多少나마 此分野의 專門 技術人들에게 도움이 될까 하여 그 實態와 動向을 抄譯하였음을 여기 에 밝혀둔다.

[譯者]

IAEA는 開發途上國들의 要請에 呼應하여 技術援助計劃을 通해서 探查活動을 위한 援助를 擴大하지 아니할 수가 없었다. 그림 1,2는 1971년부터 1978년까지의 우라늄 探查活動의 增加를 表示한 것이다. 1978년에는 28個 會員國家가 援助惠澤을 받았는데 그 內容은 다음과 같다.

첫째: 探查, 採掘, 立法, 企劃 및 政府에 建議된 問題內容에 對한 諮問

둘째: 專門要員과 裝備 서비스

셋째: 關係國家要員의 實務 및 協力敎育.

現在 칠레, 콜롬비아, 페루, 마다가스카르

에 대해서 國際聯合開發機構(UNDP)의 大規模 援助計劃이 支援되고 있는 反面 방글라데시, 인도, 레스토에 대해서는 探查計劃이 小規模로 支援되고 있을 뿐이다.

그 외에 最少한 6個의 UNDP 計劃이 考慮되고 있거나 協力段階에 있으며 유고슬라비아에서는 一部計劃이 곧 着手될 것으로 期待된다.

또한 우리나라 探查計劃은 韓國外에 19個國(볼리비아, 브라질, 칠레, 에콰도르, 인도네시아, 리비아, 마다가스카르, 말레이시아, 마리모로코, 파키스탄, 페루, 포르투갈, 스리랑카, 타이랜드, 튀니시아, 우루과이, 잠비아, 방글라데시)에서 각각 關係되는 計劃에 따라 技術援助가 支援되고 있다. 開發途上國들의 우리나라 探查를 위하여 IAEA의 支援과 努力이 增加하여 왔으며 IAEA와 UNDP가 提供한 年間 探查關係 援助額은 그림 3에서 보는 바와 같다.

繼續 上昇趨勢를 보이고 있는 援助額은 意味深長한 것이며 大部分 産業國家의 需要 供給에 따른 強力한 探查動機와 함께 우리나라 探查와 生産에 必要한 技術要員의 需要에 따라 이런 추세는 앞으로 계속 增加할 것으로 期待된다.

## 1. 開發國家의 우리나라 資源

現在 低開發 國家에서 알려진 우리나라 資源은 世界埋藏量에 比하면 적은 量이지만 아직도 發見되지 않은 相當히 많은 埋藏量이 開發國家에 存在하고 있음이 分明하다. 發表된 統計에 依하면 1975년 以來 低開發國의 埋藏量 比率는 相當히 增加하였다. 이런 觀點에서 볼 때 우리나라 探查에 있어서는 探查와 發見에 所 要되는 많은 時間과 長期的인 努力이 必要한 것이다.

大部分의 開發國들은 10年前에는 우리나라 探查를 始作하지 않았으며 數個國家에서는 相當한 期間동안 體系있는 探查計劃을 施行한 結果 그 規模가 작기는 하지만 이들 國家에서 鉞床이 發見되고 있다.

홍콩, 레바논, 즉 大洋島嶼 國家와 같이 아

주 좁은 面積을 가진 國家를 除外한 約 60%의 開發國들은 現在 어떤 形態의 우리나라 探查에 臨하고 있는 것이다.

探查活動의 範圍는 關係國家의 人的, 財政 資源과 探查動機에 依해서 多樣하다. 이들 國家에 對한 우리나라 探查에 關한 評價는 每年 探查에 따른 變動으로 因해서 약간의 問題가 있다. 表 1은 1978년까지의 探查關係國을 5段階로 區分한 것이다. 基本的인 考慮事項은?

첫째: 探查를 위한 個人 및 政府의 財政投資.

둘째: 政府 研究 센터와 大學을 包含하여 探查分野에 從事하는 專門要員의 數.

셋째: 過去 5年間의 集中的인 探查와 繼續性.

表 1에 나타난 國家들 가운데 몇個 國家는 地域적으로 1,000~5,000톤의 우리나라 埋藏量이 確認되었다. 한편 이들 중 6個國家는 美弗로 kg당 80弗의 Cost Category에 속하는 우리나라 매장량이 2,000톤 또는 그 이상 확인되었다. 이들 6個國家는 表 2에 나타나 있으며 其他 開發國家에 存在하는 鉞床과 大部分의 우리나라는 表 4와 5에서 보는 바와 같다.

## 2. 研究 및 開發

오늘날 用途가 廣範圍한 우리나라 探查技術이 北半球 工業國家에서 開發되어 온 反面 大部分의 開發國들은 熱帶地域에 位置하고 있다. 熱帶 地域에서는 氣候 및 地上 條件이 相異하기 때문에, 溫帶地方에서 開發되어 온 同一한 技術과 節次를 適用한다는 것은 不可能하며 바랄 수도 없다.

그래서 砂漠과 熱帶地方에서는 降雨量이 많은 地方의 樹林條件에 適當한 技術과 裝備의 研究 및 開發이 必要하게 되었다. 이를 代면 많은 土壤과 울창한 수림지역에서 熱 輻射測定을 위한 最適한 節次를 決定하고 그런 地域에 알맞는 地球 化學的 節次를 開發하고 있으며 多數 開發國家에 豊富하게 存在하지만 處理하기 힘든 鉞物로부터 우리나라의 抽出 方法을 試驗하기 위해서 調査가 進行中이다. 지금은 一般的으로 地上, 海低 및 大氣의 熱輻射

丑 1. Commitment of developing countries to uranium exploration and production  
(excluding countries with centrally planned economies) as at December 1978

---

I. MAJOR EFFORT

Algeria  
Argentina  
Brazil  
Gabon  
India  
Iran  
Niger

II. SUBSTANTIAL EFFORT

Bolivia  
Central African Empire  
Chile  
Colombia  
Pakistan  
Yugoslavia  
Zambia

III. MODERATE EFFORT

Egypt  
Indonesia  
Korea  
Libya  
Mali  
Mexico  
Morocco  
Nigeria  
Paraguay  
Peru  
Philippines  
Portugal  
Saudi Arabia  
Turkey  
Uruguay  
Venezuela

IV. SMALL EFFORT

Afghanistan  
Bangladesh  
Chad  
Cameroon  
Ecuador  
Ethiopia  
Ghana  
Greece  
Ivory Coast  
Kenya  
Malaysia  
Sri Lanka  
Sudan  
Tanzania  
Thailand  
Tunisia  
Uganda

V. MINOR EFFORT

Burma  
Congo  
Costa Rica  
Democratic Kampuchea  
Dominican Republic  
El Salvador  
Guatemala  
Haiti  
Iraq

Jamaica  
Jordan  
Lebanon  
Nicaragua  
Panama  
Senegal  
Sierra Leone  
Syria  
United Arab Emirates

그림 1.  
Implementation of Projects  
in the Field of Nuclear Raw  
Materials (IAEA Regular  
Programme).

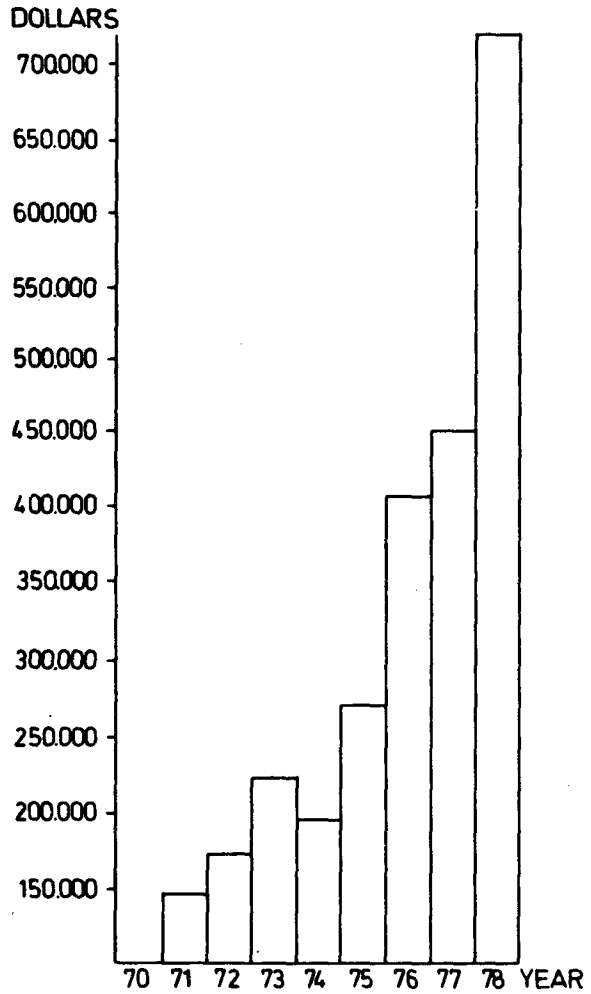
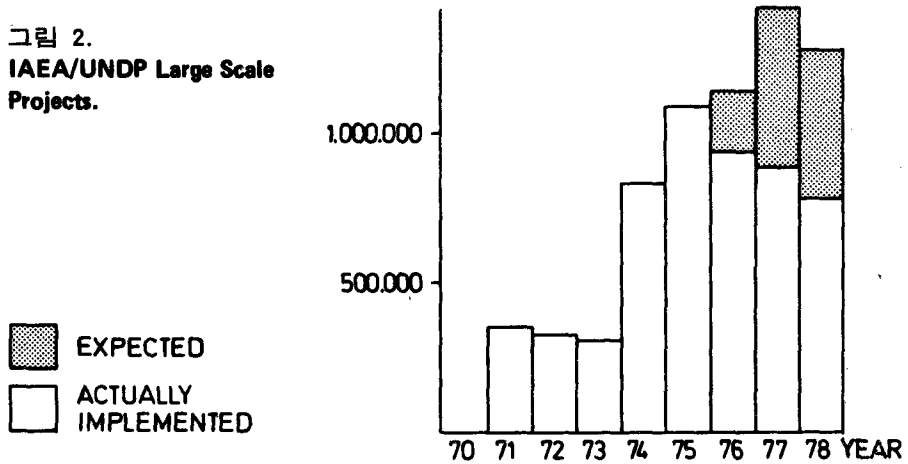


그림 2.  
IAEA/UNDP Large Scale  
Projects.



測定裝備에 必要한 固定施設이 準備되어 있다.

### 3. 人力 開發

우라늄자원 開發分野에서 會員國家의 關心度를 測定하는 가장 좋은 方法은 教育에 대한 그들의 要求 事項을 試驗해 보는 것이다.

表6에서 보는 바와 같이 그들 國家의 關心은 날로 增加하고 있다. 協力計劃의 一環으로 關係機關은 定期的으로 教育課程을 主管해 왔으며 留意할 點은 教育에 너무 많은 關心을 나타낸 結果 參與者의 거의 50%는 公式적으로 거절되어야 했다는 事實이다.

多數國家가 教育課程에 대한 後援을 提議하므로써 必要한 教育課程이 계속 設置 되리라는 事實은 注目할 만한 일이다. 우라늄 探查 技術에 關한 次期 教育課程은 1980年 5~6月에 Bolivia에서 實施될 豫定이다.

### 4. 國家政策

많은 開發國家들은 國家的인 次元에서 우라늄 探查, 採鉍, 生産에 關하여 아직 어떤 公式的인 決定을 하지 않았지만 探查計劃은 이미 進行中에 있다. 國內外的으로 參與한 民營産業에 대한 管理와 國家機關의 責任을 決定하는 妥當한 政策과 立法이 없을 때는 發展은 거의 期待할 수 없다.

IAEA는 우라늄 鉍物探查와 生産을 위한 動機와 政策에 關하여 近來 50個 開發國家에 대한 調查를 實施하였다. 調查한 國家들 중 1/4은 우라늄 探查에는 關聯이 없었으며 그 結果 公式的인 政策이나 우라늄探查 및 生産에 關한 立法을 考慮치 않았었다. 1/3에 해당하는 國家들은 우라늄에 대한 상당한 關心을 表明하였으며 政府가 探查를 本格的으로 實施하였다. 殘餘 國家들은 國內外的 合作投資와 그에 따른 協定을 承認하는 것이 妥當하다고 생각하였다. IAEA는 지금까지 實施해 온 바와 같이 Consultation提供이 必要할 것이다.

## 5. 探查制限要素

國家 우라늄 資源의 評價와 開發의 選擇問題에서 볼 때 약간의 開發 國家들은 野望에 찬 努力에도 불구하고 立法的인 瑕疵 人力不足과 어려운 接近 등 國家내에서의 制限要素 때문에, 實効를 거두지 못하고 있다. 이에 따른 一般的인 問題로서는 다음과 같은 것들이 있다.

#### ● 地理的인 條件

이는 多數國家에 있어서 考慮해야 할 重要한 事項이다.

砂漠의 경우는 분명히 探查와 開發에 制限을 招來하지만 이에 따른 어려움은 克服될 수 있는 있다. 그러한 地域에서 成功한 例를 들면 Niger에 있는 Arlit, Akouta 및 Azelit 鉍床등이다.

마찬가지로 정글이나 降雨量이 많은 樹林의 경우에도 探查는 不可能하다. 中央 아프리카 諸國의 Bakouma 鉍床을 例로 들 수 있다. 探查가 어려운 地域에서의 探查 Cost는 法的設定이나 適用이 容易하고 接近이 쉬운 地域보다 훨씬 超過했다는 事實을 記憶하지 않으면 안된다. 리드·타임(Lead times) 또한 상당히 길다.

#### ● 人力

研修要員이 不足할 때, 探查는 成功的으로 이루어질 수 없으며 效果的인 探查機構 開發에도 몇년 동안의 期間이 必要하다. 마찬가지로 化學者, 電氣工學者, 數學者와 같은 技術要員은 勿論 採鉍을 위해서 立法活動에 必要한 專門的인 法律家 養成에도 오랜 기간이 걸린다.

#### ● 土地利用

우라늄이 發見된 地域에서의 土地利用과 管轄權 分爭은 또한 計劃된 探查와 生産 計劃을 지연시킨다.

#### ● 立法

核燃料 開發投資에 있어서 애매하게 되어

COUNTRY	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
AFGHANISTAN															
ARGENTINA		EE		EE					OP						
BANGLADESH															
BOLIVIA									PR		PR		PR		
BRAZIL		PR	PR	OP	OP								OP		
BURMA			PR			M									
CAMEROON												PR		DR	
CHAD															
CHILE													PR		
COLOMBIA												OA	OA		PR
ECUADOR									PR						
EGYPT			PR		PR		PR	EE	EE					PR	
ETHIOPIA												UT			
GHANA															
GREECE										AM	PR				
GUATEMALA													EE		
INDIA															
INDONESIA		PR		PR		OA									
IRAN		OA		PR											
IRAQ															PR
KENYA															
KOREA, REP. OF		PR													P
LIBYA												AM			
MADAGASCAR															
MEXICO			OP	PR	PR	PR							OP	OA	PR
MOROCCO		AM	OA					OA					EE		PR
NICARAGUA															
NIGERIA														UT	
PAKISTAN															
PARAGUAY															
PERU												PR	PR	PR	PR
PHILIPPINES							EE								
PORTUGAL															
SAUDI ARABIA									PR						
SOMALI															
SRI LANKA			PR												
SUDAN				OA											
THAILAND		OA													
TUNISIA						OA	OP	PR				PR			
TURKEY				EE			OP							PR	PR
UGANDA															
URUGUAY								PR							
VENEZUELA															
YUGOSLAVIA										OA					
ZAMBIA															
EXPERTS ON DUTY EACH YEAR	1	12	13	11	8	9	9	6	8	3	3	6	18	17	17

Table 3. Types of Activities Conducted

1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	N° EXP	VALUE OF EQUIP- MENT SUPPLIED US \$	LEGEND		
				PR						1	3 800	■ = UNDP PROJECTS		
				SC						6	84 800	▨ = SINGLE EXPERT MISSIONS		
							PR	HOP PR	*	4	68 800	▨▨ = SUB-CONTRACTS (S.C.)		
	PR			PR				RP PR	*	6	112 900	AM = GENERAL ADVISORY MISSION		
	OP			EE			EE	EE		6	43 700	EE = EXPLORATION AND RESERVE EVALUATION		
										2	27 400			
PR				C						4	58 500	IE = INSTRUMENT ELECTRONIC		
										1				
	PR			AM					*	9	325 200	M = MINERALOGY		
	OA	OA		PR				AM	*	6	56 800	OA = ORE ANALYSIS		
								PR	IE	2	33 400	OP = ORE PROCESSING		
	PR				PR			PR		8	128 600	PR = PROSPECTING		
UT							HC			2	6 400	DR = DRILLING		
							PR			1	9 800	UT = UNIVERSITY TEACHING		
										9	166 700	C = CONSULTANT		
	EE									1				
											9 800			
							PR	PR	PR	*	5	72 600	*	
										2				
				PR						1				
											200			
				PR					*	2	9 400			
AM									*	1	7 700			
								PR	C	DR	*	3	34 200	
	OP	OA	PR					C	OP		13	40 600		
	EE		PR						IE	*	7	78 500		
									PR		1			
				UT						1	4 200			
	PR							PR	PR	*	9	634 500		
											23 500			
PR	PR	PR		PR				C	PR	HC	*	11	34 400	
								OP	PR		5	93 700		
									PR	*	1			
										1				
										1				
									PR	*	2	27 700		
										1	6 200			
								PR	IE	*	3	24 700		
										5	14 800			
										8	263 600			
										1	29 900			
										4	67 400			
										2				
										1	22 100			
										3	41 900			
6	18	17	17	23	33	28	33	29		162	2 668 400			

표 2. Uranium reserves in selected developing countries\*

Country	Reasonably assured resources (in tonnes uranium)	Estimated additional resources (in tonnes uranium)
Algeria	28 000	50 000
Argentina	23 000	4 000
Brazil <sup>1</sup>	62 000	58 000
Gabon	20 000	5 000
India	30 000	24 000
Niger	160 000	53 000

\* Uranium Resources, Production and Demand, NEA/IAEA, December 1977.

<sup>1</sup> Updated to December 1978.

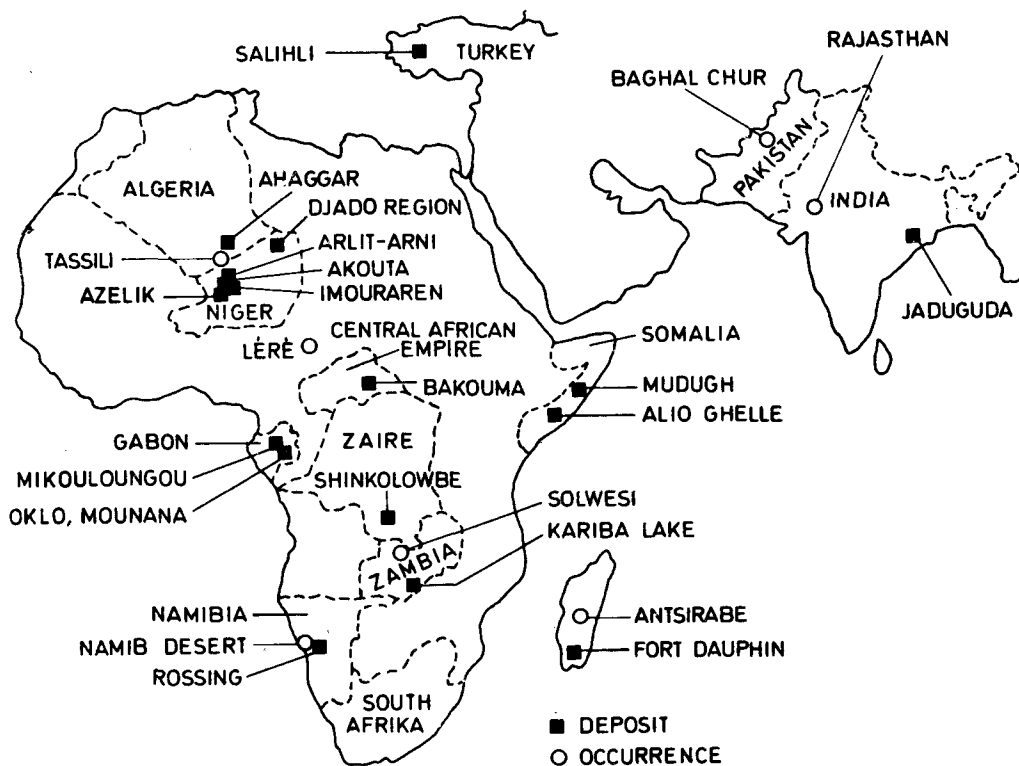


그림 4. Uranium Deposits and Major Occurrences in Africa and the Middle East (excluding mineralization associated with phosphates).





있는立法에 따른 問題는 開發國家에 있어서 將來 우라늄 探査에 대한 아주 심각한 制限事項이 되고 있다.

## 6. 效果的인 探査戰略

地 殼內의 다른 元素 探査가 많은 점에서 유사한 反面 우라늄 探査는 이 元素가 天然의으로 放射能이 存在한다는 点에서 區分된다. 이런 特性을 利用하여 地質學者들은 放出  $\gamma$ (gamma) 放射線과 鉍床을 案內하는 우라늄 崩壞生産 測定方法을 開發하였다.

이 元素探査를 위해서 感度が 예민한 裝置로서 廣範圍한 航空 및 地上의 熱輻射測定 作業이 實施되는데 放射能이 正常보다 높은 地域은 輪廓을 그려준다. 우라늄 可動化 Mechanism으로서 大部分 地域에서 윤탁이 들어나는데, 이 選鉍이 쉽게 發見되는 地理的 環境 形態를 쉽게 區分할 수 있다.

地球化學 및 地球 物理學의 探査方法 亦是 多樣한 우라늄量과 Daughter Products 決定에 使用되고 있는데, 이들은 흙, 岩石, 土壤 土壤 Gas, 河川沈澱物, 바다 등과 같이 넓은 地域에 걸쳐 存在한다.

Thousands of dollars

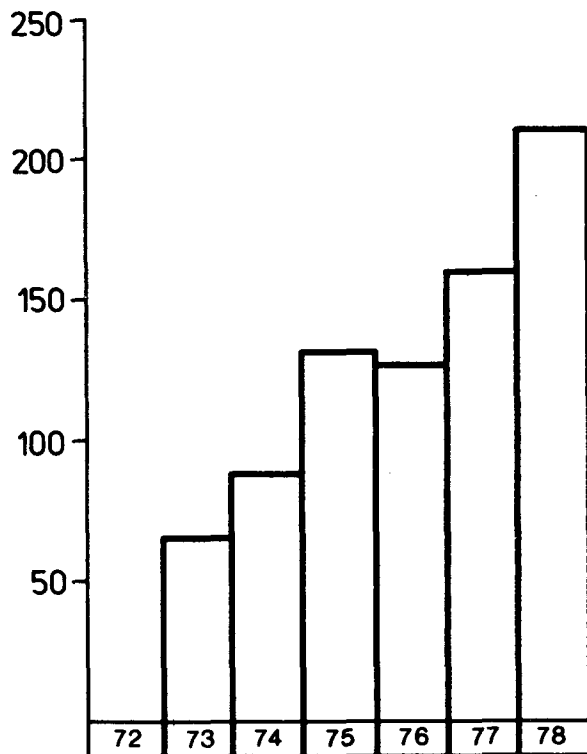


그림 6. Training Provided by the Agency in Uranium Exploration-Production (1973-1978).

探査方法과 地質學的인 解析結果는 시추에 따른 元素의 選鉍位置를 案内해 주며 探査Cost를 効果的으로 決定하는데 매우 重要한 것이다. Data는 結果를 即時 追求하는 이른바 獨自의인 探査段階의 省略을 避하고 조직적이고 연속적인 方法으로 獲得되어야 한다.

성급한 活動은 資源을 낭비하고 探査計劃의 不必要한 연장에 不遇한 것이다.

제반 Data가 적절히 解析된 地域에서의 모든 段階的 措置가 完了되어 最終段階에서 利益이 保障될 때, 地域 評價와 鉍床의 識別이 容易하다. 이런 試圖는 相當한 資本投資와 높은 수준의 技術 및 專門知識, 그리고 많은 經驗과 時間을 隨伴하므로 開發途上 國家들은 効果的인 指導없이는 우라늄 探査計劃을 좀처럼 착수할 수 없다.