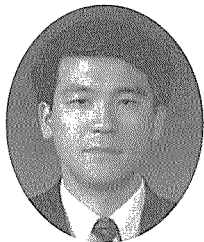


# 밀봉선원폐기물의 재활용



최광섭 · 이지훈  
원자력환경기술원  
RI 관리 팀장

## 1. RI폐기물 관리 개요

방사성동위원소 (Radioisotope : RI)폐기물 관리는 전기사업법시행령 제52조에 의거 원전 운영자 외의 사업자가 발생시키는 RI폐기물을 인수하여 저장·관리하는 업무로서 원자력환경기술원이 수행하고 있다.

RI폐기물 관리사업의 관리감독은 산업자원부가 수행하며, 한국원자력안전기술원 (KINS)이 RI폐기물 관련시설의 인·허가, 심사 및 검사 등의 안전규제업무를 수행하고 있다. RI폐기물의 수거 및 운반은 RI폐기물 발생자가 직접 수행하거나 또는 위탁대행기관(한국방사성동위원소협회 또는 대행업체)에 의뢰하여 수행하고 있다.

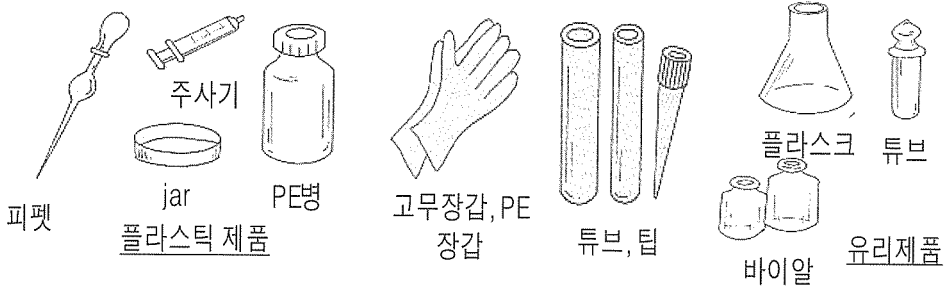
RI폐기물 발생자가 사업자에게 폐기물을 인도하는데 필요한 사항은 산업자원부 고시 제2002-67호 「방사성폐기물의 인도 및 비용에 관한 규정」(2002.6.28 개정)에 언급되어 있다.

또한, RI폐기물의 인도·인수에 필요한 세부기준 및 절차, 밀봉선원 재활용관련 비용에 관한 사항은 「방사성동위원소 등의 폐기물 인수에 관한 지침서」(2002.8.2 개정)에 상세히 기술되어 있다.

RI폐기물은 개봉선원폐기물과 밀봉선원폐기물로 크게 구분하며, 개봉선원 폐기물은 가연성, 비가연성 압축성, 비가연성 비압축성, 폐필터, 폐액, 동물사체 등으로 분류한다.

개봉선원폐기물은 병원, 연구기관 및 교육기관 등에서 질병의 진단과 치료 및 각종 연구를 위해 방사성동위원소를 사용하는 과정에서 오염된 주사기, 장갑, 휴지, 바이알 등과 같은 부산물이며, 주요 핵종은 Tc-99m, I-125, I-131, P-32, S-35 등이다.

밀봉선원폐기물은 암의 진단 및 치료, 공업제품의 비파괴검사, 농작물의 품종개량, 멸균소독, 식품보존, 암석 및 지층의 연대측정, 생산업체의 품질관리업무 등 의학과 농수산업, 공업, 각종 조사분석 등의 분야에서 사용한 후 폐기되는 선원을 말한다.



개봉선원폐기물의 형태

밀봉선원은 비교적 반감기가 길고 방사능이 높은 방사성핵종으로 다양한 분야에서 광범위하게 사용되고 있으며 주요 핵종은 Ir-192, Co-60, Cs-137, Kr-85, Ni-63,

Am-241, Fe-55, Pm-147 등으로 폐기시의 방사능은 수 mCi에서 수천 Ci에 이르기까지 다양하다(<표 1> 참조).

원자력환경기술원이 운영하고 있는 방사

<표 1> RI 폐기물에 함유된 주요 방사성동위원소별 이용분야

핵종	구분	반감기	용도
Am-241		433년	형광 X선 분석, 연기감지기, 석유제품중의 함유량 측정(성분분석)
Gd-153		242일	두께측정, 보정용, 비파괴검사용(PCD 기관검사용)
Cs-137		30년	비파괴검사(철판 두께측정), 탱크내에 들어있는 연료의 경계면 레벨측정, Vessel 내부의 액위 측정, 암 치료
Kr-85		10.8년	무게측정, 두께측정
Co-60		5.3년	품질개량, 해충의 방제, 암 치료, 멸균, 중량측정, 밀도측정, Glass Melting Furnace의 Level 측정, Cupola에 투입되는 원료의 Level 측정
Ni-63		100년	성분분석, 밀도측정, 사진촬영, 유해물질의 분석, 시약 또는 약품의 불순물 측정
Sr-90		28.8년	금속분야의 두께측정, 레벨측정, 식품성분분석
Pm-147		2.6년	야광도료, 형광등의 스타터, 필름생산품의 두께측정
Ra-226		1600년	암 치료, 보정용
H-3		12.3년	건물의 비상구표지의 야광도료, 유전자, 공학연구
Ir-192		74일	비파괴검사(균열, 손상여부 확인), 암 치료
Am-Be		433년	금속분야의 두께측정, 수분측정, 보정용, 물질분석용
Cm-244		17.6년	금속재료의 화학성분 분석, 오일중의 황 분석, 필름의 두께측정
Cf-252		2.6년	코크 드럼 레벨 측정, 연료봉의 농도 밀도 형상검사
Fe-55		2.6년	반혈검사, 형광 X-선 분석, 물질분석용
I-125		60일	유전자공학연구, 신약품 개발, 갑상선치료
C-14		5730년	암석 또는 지층의 연대측정, 신약품 개발

〈표 2〉 RI폐기물 저장현황

2004년 8월말 현재

구 분	현 저장량	200ℓ 드럼 환산시	허가용량(200ℓ 드럼)	백분율(%)	
개봉선원 폐기물	가연성(100ℓ)	8,413	4,207	8,800	-
	비가연성(100ℓ)	399	200		
	비압축성(50ℓ)	906	226		
	폐 필터(개)	145	84		
	동물사체(50ℓ)	-	-	117	-
	유기폐액(20ℓ)	759	76		
	무기폐액(20ℓ)	50	5		
	소 계		4,798	8,917	-
밀봉선원 폐기물	188드럼/200ℓ (30,060개/1,738상자)		360	52	
총 계		4,986	9,277	54	

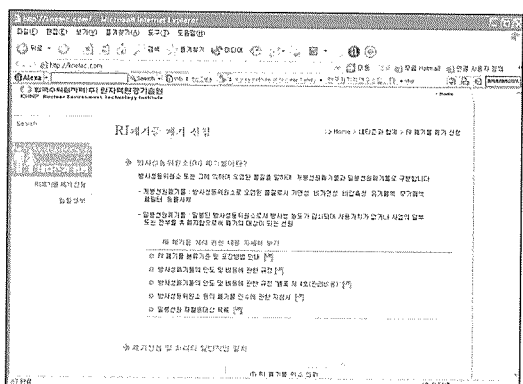
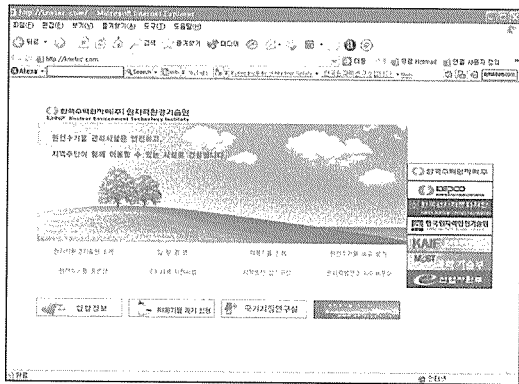
성동위원소 폐기물 폐기시설은 전국 RI이용 기관에서 발생하는 RI폐기물을 인수하여 저장·관리하는 시설이며 2004년 8월말 현재 저장현황은 〈표 2〉와 같이 전체 허가용량의 54%가 저장되어 있다. 2004년 8월 현재 2,240개 기관(연구기관, 병원 및 일반 산업체 등)에서 방사성동위원소를 이용하고 있으며 1980년대 이후 이용기관수가 매년 약 8%씩 증가됨에 따라 RI폐기물 발생량도 증가되고 있다.

2004년 8월말 현재 RI폐기물 폐기시설에 저장관리중인 밀봉선원폐기물은 30,060개/1,738 상자이다. 이중 반감기를 고려하여 Cs-137, Am-241/Be 및 Am-241의 경우 50 mCi 이상, Co-60의 경우 1 Ci 이상인 경우만 재활용 대상선원으로 분류하여 약 540개를 웹 사이트에 게재하였다. 그러나 방사능이 낮고 상기 핵종과 다른 경우에도 원자력환경기술원과 협의하여 재활용할 수 있다.

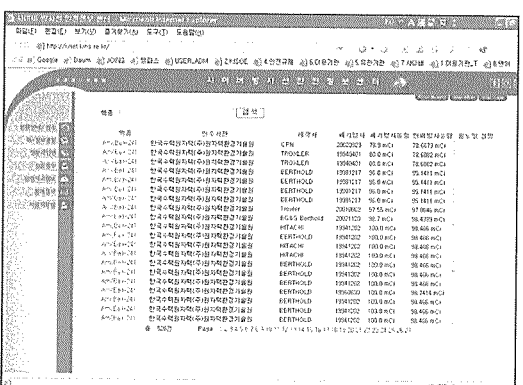
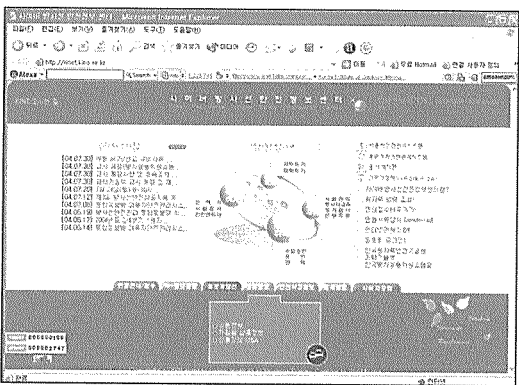
## 2. 밀봉선원폐기물 재활용 절차

재활용 대상 밀봉선원(Cs-137, Co-60, Am-241-Be, Am-241)은 원자력환경기술원 홈페이지(<http://knetec.com>)의 『RI폐기물 폐기신청란』을 클릭하여 밀봉선원 재활용 대상목록을 확인하는 방법(〈그림 1〉 참조)과 『사이버 방사선 안전정보센터』(<http://rinet.kins.re.kr>) 『상품정보란』의 재활용 상품정보에 게재된 핵종별 재활용 대상선원 목록을 통하여 확인(〈그림 2〉 참조)할 수 있다.

밀봉선원폐기물을 재활용하고자 하는 기관은 원자력환경기술원 홈페이지나 사이버 방사선안전정보센터 홈페이지에 게재된 재활용 대상선원 목록을 보고 필요로 하는 핵종과 방사능을 선정한다. 원자력환경기술원 담당자와 협의하여 선원이력에 대한 자료 조사와 재활용 가능여부를 확인한 후 대상선원을 반출하여 누설점검기관에 건전성 검사를 의뢰한다. 누설점검기관에서는 밀봉선원에 대



〈그림 1〉 원자력 환경기술원 홈페이지



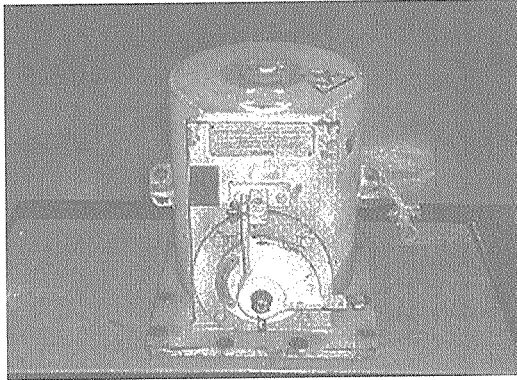
〈그림 2〉 사이버 방사선 안전정보센터 홈페이지

한 누설시험, 표면 오염검사, 용기 외형검사, 차폐체 손상유무 등 선원의 건전성 여부를 검사한다(〈그림 3〉 참조).

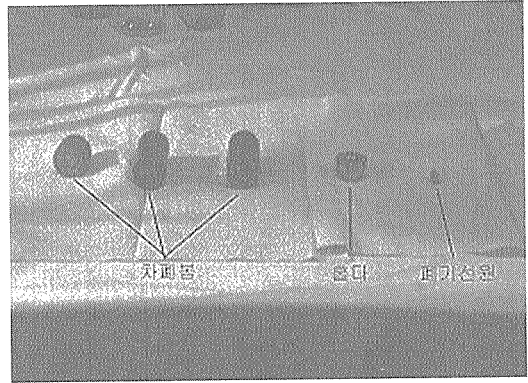
선원의 건전성 검사결과 재활용이 가능하면 방사성물질 운반통보계를 작성하여(방사선원 건전성 검사결과서를 첨부) 원자력환경기술원에 제출하고 밀봉선원을 양수한다. 재활용 기관에서는 선원 양수 후 30일 이내에 한국원자력안전기술원에 방사성물질등양도·양수신고를 하게 되면 모든 행정절차는 종료된다. 밀봉선원폐기물의 재활용절차 및 업무처리과정을 간략하게 나타냈다(〈그림

4), 〈그림 5〉 참조).

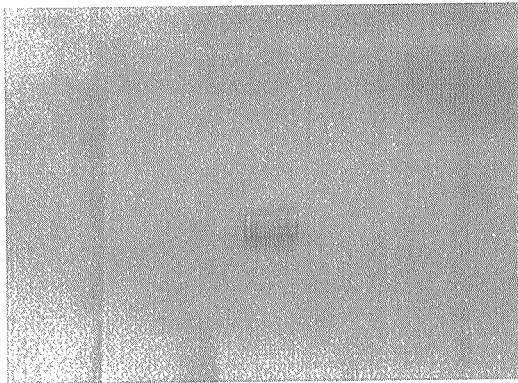
방사성물질 양도·양수신고서 제출서류는 원자력법 시행규칙 제 121조(방사성물질 등 또는 방사선발생장치의 양도·양수의 기간 등)의 별지 제99호 서식에 의거하여 양도·양수 신고서 1부와 과학기술부 지침서 『불용선원 재활용 업무처리 지침』 별지 제1호 서식에 따른 불용선원 재활용 신청서 사본 1부, 건전성검사 결과서 1부, 재활용 방사선원 사진 1부, 재활용 대상 밀봉선원 내역 1부를 첨부하여 한국원자력안전기술원 방사성물질규제실에 공문으로 양도·양수신고를 한다.



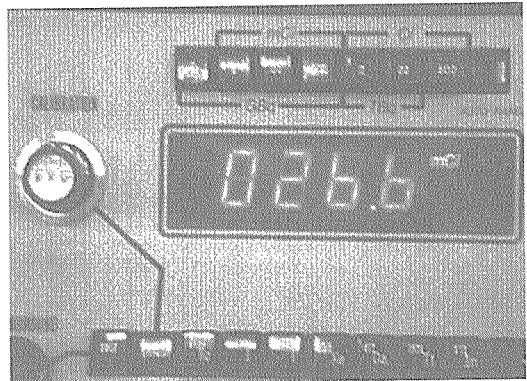
Co-60선원 핫셀에 입고된 조사기



Co-60선원 인출 후 홀더 셋

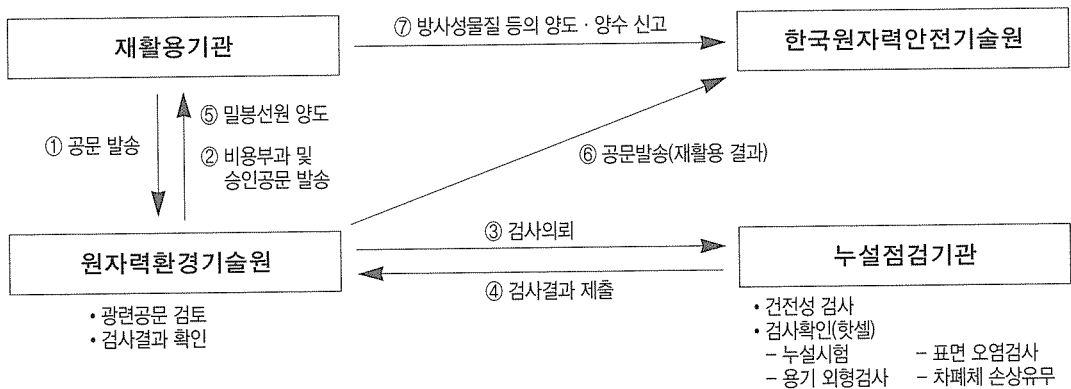


차폐용기에서 인출된 Co-60선원

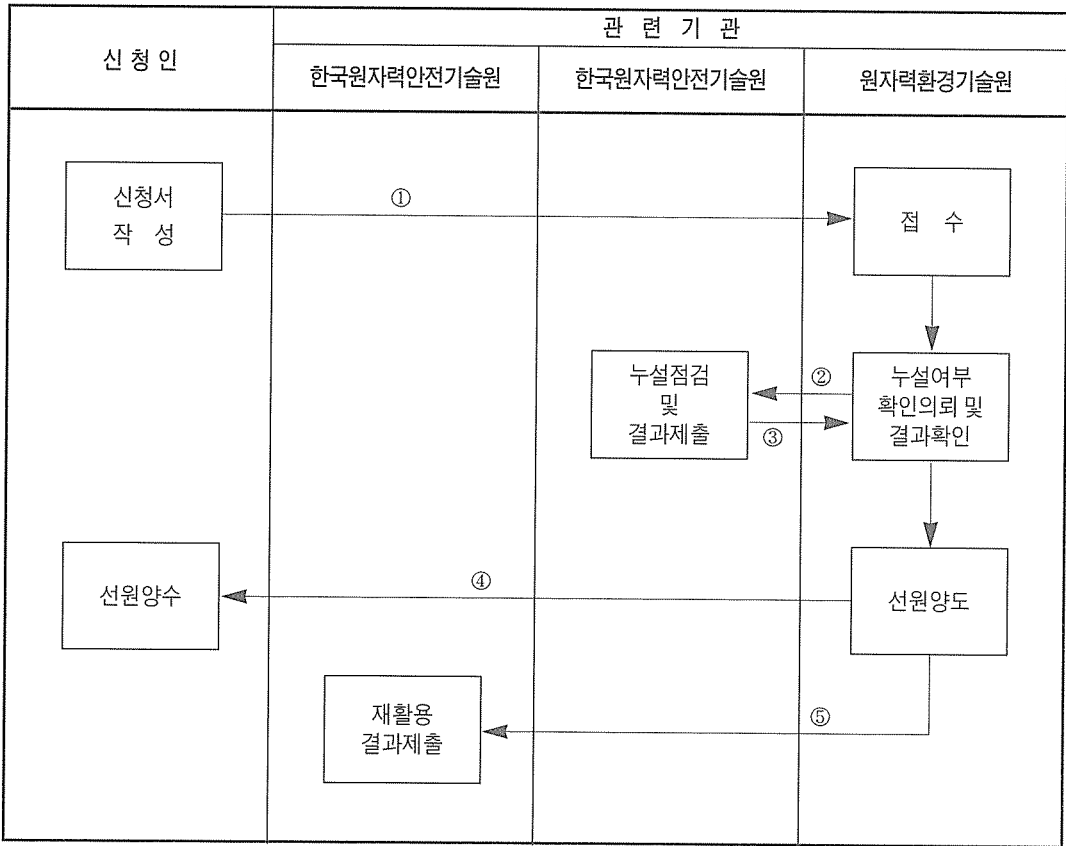


차폐용기에서 인출된 Co-60선원 방사능량 측정

〈그림 3〉 밀봉선원 건전성 검사 현황



〈그림 4〉 밀봉선원폐기물 재활용 절차



〈그림 5〉 밀봉선원폐기물 재활용업무 처리 과정

### 3. 밀봉선원폐기물 재활용 현황

밀봉선원폐기물 재활용은 1997년 4월 포항 종합제철에서 처음으로 시행하였으며 2004년 8월 현재 13개 기관에서 6개 핵종에 대하여 83개/18 상자를 재활용 하고 있다(〈표 3〉 참조). 2002년 6월 이전까지는 RI이용기관에서 밀봉선원폐기물에 대하여 재활용 요청 시 법적인 근거가 마련되지 않아 과학기술부장관의 요청에 의해 무상으로 제공하였다. 또한, 널리 홍보가 되지 않아 RI이용기관에서

는 이러한 업무를 잘 알 수 없어 밀봉선원의 재활용 실적이 저조하였다. 그러나 2002년 6월부터는 밀봉선원을 재활용할 때 반출에 따른 투입인력에 대한 최소한의 인건비를 징수할 수 있도록 산업자원부 고시 제2002-67호 『방사성폐기물의 인도 및 비용에 관한 규정』을 개정하여 밀봉선원 재활용에 대한 법적 근거를 마련하였으며, 2002년 8월 2일자로 「방사성동위원소 등의 폐기물 인수에 관한 지침서」를 개정하여 밀봉선원폐기물의 재활용에 따른 절차를 확립하였다. 또한, 한국원자력안

〈표 3〉 밀봉선원폐기물 재활용 현황

반출 횟수	반출일자	재활용기관	핵종	방사능	수량		발생기관명
					개	상자	
1	'97.04.28	포항제철	Am-241	2.5Ci	1	1	포항제철
				2.5Ci	1	1	
2	'99.06.17	KNT(주)	Cs-137	150mCi	1	1	환영철강공업(주)
			Cs-137	3Ci	1	1	부산경남염색공업 협동조합
3	'00.02.10	강원대학교	Am-241/Be	50mCi	1	1	강원도농업기술원(기계에 내장된 선원)
4	'00.03.28	일진방사선	Cs-137	30Ci	1	1	포항종합제철(주)
			Cs-137	3Ci	1	1	부산경남염색공업 협동조합
5	'00.05.25	일진방사선	Cs-137	50mCi	1	1	동국제강(주)
6	'01.02.08	KNT(주)	Cs-137	8mCi×2개	2	1	(주)대우
7	'02.11.13	코린스계기(주)	Am-241	25mCi	1	1	(주)대우
			Am-241	25mCi	1	1	선경인더스트리
			Am-241	25mCi	1	1	아진제지
8	'02.11.21	서울대학교	Am-241/Be	300mCi	1	0	포항종합제철
9	'02.12.27	한국원자력연구소	I-125	1901.5mCi	63	1	아주대학교 의료원
10	'03.12.18	(주)엑트	Co-60	0.1mCi	1	1	서울도봉소방서
11	'03.12.30	한국원자력 안전기술원	Cs-137	3,000Ci	1	1	전남대학교병원
12	'04.05.11	한국과학기술연구원	Ni-63	15mCi	1	1	한국과학기술연구원
			Ni-63	15mCi	1	1	(주)인터내셔널 대우백화점
13	'04.09.23	한국원자력연구소	Cs-137	20mCi	1	0	고려석유화학(주)
			Cs-137	100mCi	1	1	(주)한국바스프
합 계			6개 핵종		83	18	

전기기술원과 협의하여 2004년 1월 15일자로 과학기술부 지침서 『불용선원 재활용 업무처리 지침』을 제정하여 밀봉선원 재활용 절차를 간소화 하였으며 정부차원에서 밀봉선원폐기물 재활용을 활성화할 수 있는 법적 기반을 마련하였다.

#### 4. 밀봉선원폐기물 재활용 활성화 방안

원자력환경기술원은 밀봉선원폐기물 재활용을 활성화하기 위해 방사성동위원소 이용기관 대표자와 방사선안전관리자에 대한 적극적인 홍보 필요성을 인식하고 웹사이트를 통한 홍보, RI이용기관에 대한 공문발송 등

보, 한국방사성동위원소협회에서 발행하는 『RI News지』(월간)와 『동위원소회보』(분기간)를 통한 홍보를 강화할 계획이다.

또한, RI폐기물 폐기절차와 같이 밀봉선원폐기물 재활용을 보다 쉽게 할 수 있도록 웹 사이트 통한 행정처리 및 절차 간소화, 밀봉선원폐기물 재활용 실적관리, 재활용 경험 사례, 기술원 담당자의 연락처 등을 웹 사이트에 소개하는 등 관련 정보를 제공할 계획

이다.

우리나라는 방사성동위원소를 거의 수입에 의존하고 있는 실정으로 밀봉선원의 재활용은 수입대체에 따른 국가적인 자원의 절약 효과가 있으며, RI이용기관에서는 비용절감을 통해 수익을 증대시킬 수 있으므로 이를 활성화시키기 위해 계속적으로 노력할 예정인바, 이를 위해 RI이용기관의 적극적인 관심과 협조가 요구된다. 