

## 개인피폭선량계 업무관리 절차

### Management Process of Personal Monitoring by Film-Badge

한종린

일진방사선엔지니어링주식회사  
서울특별시 구로구 구로5동 104-3

#### 요 약

필름배지 판독업무의 전반적인 흐름과 관리방법에 관한 서술과 판독업무 수행에 따른 제반 문제점을 기술하였다. 업무특성상 현상과정에서 수작업에 의존하는 경우가 많고 필름선량계의 반응이 지연되면 판독결과가 늦게 나오게 된다. 통상적인 품질관리에 의한 수동처리절차는 자동시스템과 동등한 효과를 기대할 수 있으며 특이한 경우에는 처리 및 평가가 작업자의 기술적 숙련도에 의존하며 이는 자동시스템에 대하여 장단점이 될 수 있으며, 이 경우 수동처리와 다중점검은 더 효과적이라 할 수 있다.

#### Abstract

Reviewing of monitoring process of personal monitoring by film-badge and expected problems. As specific property, it depends on manual processing and time table of sending and reception of films. Generally, effect by manual processing expected same as automatic system, but in special case, processing and evaluation are dependent upon technical skill of operator. it becomes strength and weakness against automatic processing systems, in such case, manual processing and multiple checking should be more effective.

#### 1. 서 론

최근 방사선에 대한 사회적 우려와 관심이 커지고 있음에도 불구하고 방사선 및 방사성동위원소의 이용은 매년 증가하는 추세에 있으며, 이용기관의 수도 2500여 기관에 이르고 있다.

따라서 방사선과 방사성동위원소의 취급자 수도 급증하여 방사선피폭의 가능성도 크게 증가함에 따라 방사선 방호와 방사선안전관리의 중요성이 나날이 강조되고 있다. 또한 사회 전반적으로 이들 방사선 작업 종사자에 대한 관심도 높아지고 있으며, 그 동안 일반 산업체를 비롯한 원자력발전소, 병원, 학교, 연구기관 등에 종사하는 사람들의 개인피폭선량 평가와 방사선의 영향이나 방사선 방호에 관한 연구가 활발히 이루어져 오고 있다.

여기서 관독기관의 종사자 개인피폭선량계(F/B) 관독업무에 대한 전반적인 흐름과 관리 방법을 알아보고 선량관독업무에 관한 이해를 높이고자 하며, 또한 관독업무와 관련한 제반 문제점을 살펴 보고자 한다.

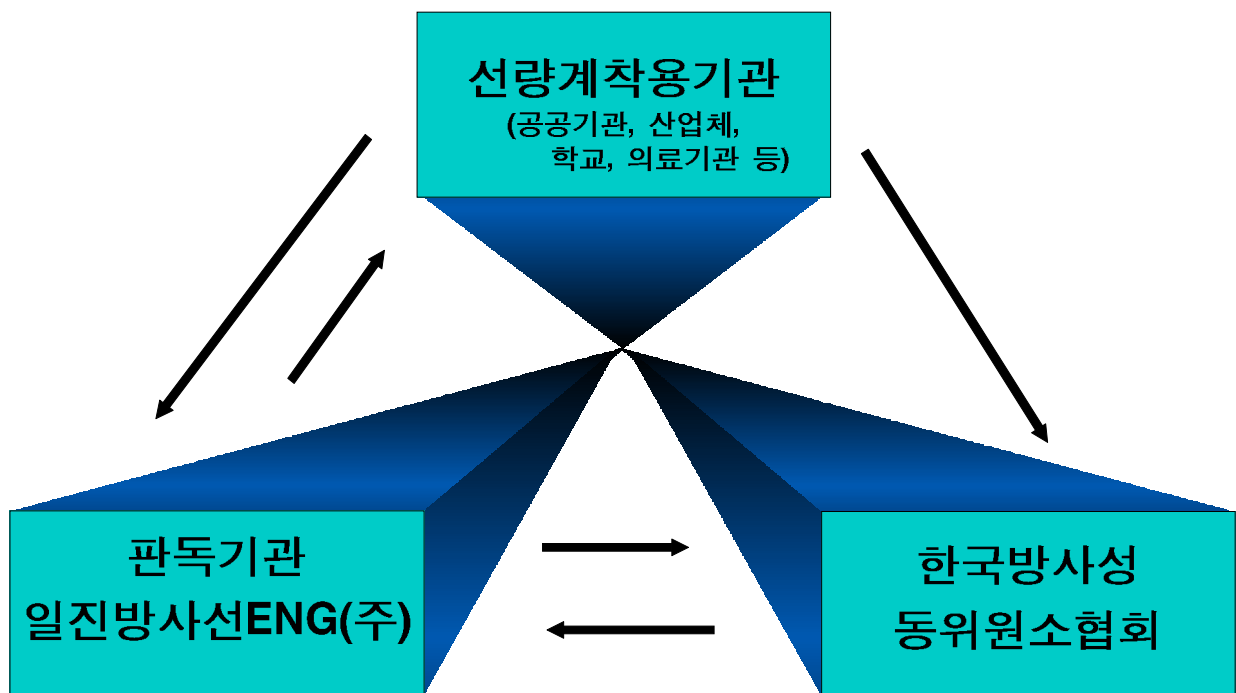


그림1. 선량계 착용기관, 관독기관 및 한국방사성동위원소협회의 관계도

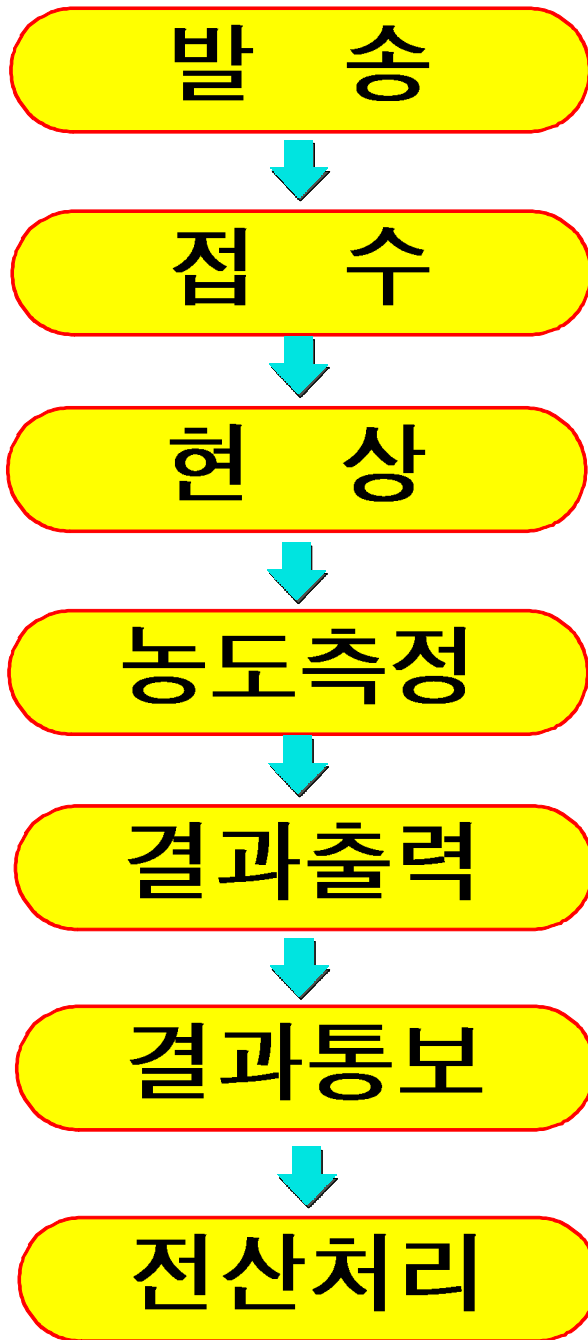


그림2. 관독업무의 흐름도

## 2. 본론

### 2.1. 필름의 발송 및 접수

필름 착용기관과 관독기관과의 관독계약이 체결되면 계약인원에 따라 개인자료에 등록하고 필름을 착용기관에 발송한다. 이 때 필름선량계는 비닐봉지에 넣어 필름재중 No X-ray로 표기된 봉투에 반송명세서와 같이 발송한다. 착용기관(공공기관, 산업체, 학교, 의료기관 등)은 관독기관으로부터 받은 필름을 착용하고 방사선 관련 작업을 수행한다. 한 달간 착용한 필름은 관독기관에 관독의뢰를 하고 새로운 필름으로 교체하여 착용하여야 한다.

관독기관은 의뢰 받은 선량계를 먼저 식별 가능한 부위의 외관 검사와 필름이 오염되었거나 훼손되었는지 먼저 확인하고 종사자 명단별로 구분 정리하여 선량측정시스템에 접수 등록한다.

### 2.2. 현상

접수 등록된 필름은 먼저 필름의 식별을 위하여 Marking 이라는 작업을 수행하게되며, 접수된 순서대로 한쪽 모서리에 아라비아숫자가 표기된 투명 아크릴 Marking 판에 장착하여 필름을 X-선으로 Marking 하게 된다.

Marking이 완료되면 현상실(암실)에서 현상담당자의 손가락 감각만으로 필름을 싸고있는 겉포장을 떼어내고, 저감도 필름과 고감도 필름을 꺼내어, 필름 현상용 Magazine에 장착하여 현상준비를 한다. 한 개의 Magazine에는 100명분의 필름을 장착할 수 있게 되어있다.

현상을 진행하기에 앞서 현상액의 온도가 지정된 온도에 잘 유지되고 있는지 온도계를 사용하여 확인을 해야 하며 현상탱크 내의 위치에 따른 현상오차를 줄이기 위하여 탱크 내의 물은 골고루 섞어 주어야 한다. 물론 현상 중에도 현상장치가 자동으로 교반하게 되므로 현상탱크 내의 현상액은 위치에 상관없이 일정한 농도를 유지하게 된다.

먼저 월간 종사자 필름을 현상하기 전에 현상액의 품질 신뢰도를 점검하기 위하여 미리 교정기관에서 Cs-137 감마선으로 표준조사한 필름을 이용하여 테스트 현상을 실시하게 되는데, 이 때 현상액과 필름의 건전성을 확보할 수 있게 된다.

또한 Fog용 필름과 품질보증용 QC필름을 종사자가 1개월간 착용한 필름의 사이사이에 배치하여 현상의 신뢰성을 유지할 수 있도록 하고 있으며 보통 100개 단위로 배치하게 된다.

모든 필름의 현상준비가 이루어지고 나면 Magazine을 Hanger에 장착하여 자동현상장치의 걸쇠에 걸고 Control Panel의 자동현상 진행 스위치를 누르면 현상, 정착, 1차 및 2차 수세의 전 과정을 자동으로 진행하게 된다. 특히 2차 수세는 흐르는 물에 20분 이상 진행하게 된다.

수세가 완료되면 송풍기가 설치된 건조기에 넣고 약 30~40℃의 저온에서 1시간 30분 내지 2시간 정도 강제 건조를 시킨다.

여기서 건조기에 넣기 전에 살펴봐야 할 사항은 우선 현상이 올바르게 되었는지 즉, 필름이 잘 못 장착되었거나 같은 칸에 장착되어 서로 붙은 것은 없는지 그리고 없어진 필름은 없는지 살펴봐야 한다. 또한 모두 현상이 잘 되었다더라도 배열된 상태가 잘 되어 있는지 보아서 건조 중 서로 붙거나 Magazine에 붙을 가능성은 없는지 살핀 후 건조기에 넣고 건조기를 가동시키도록 해야 한다.



그림3. 현상 진행 과정

### 2.3. 농도 측정

현상 처리된 필름의 각 Filter 하의 필름농도 측정에 앞서 필름농도측정기의 정상작동 여부를 확인하기 위하여 한국표준연구소에서 정기적으로 교정한 필름표준농도 시편으로 지시치가 정확한가를 점검하며, 성능점검은 당일 필름의 농도측정에 앞서 실시하고 필름표준농도시편에 의한 농도측정기의 성능점검은 농도 측정 전에 실시하되 기계적인 이상 유무나 농도 지시치의 이상 유무의 점검 결과를 해당 기록지에 기록 보관한다.

농도 측정기의 지시치에 이상이 없으면 실측에 들어가며 농도측정기의 사용 중 틈틈이 필름 표준농도시편으로 지시치 이상 유무를 확인한다. 측정시 필름 식별표시의 확인과 비균질적으로 흑화된 필름에 대한 검색을 수행하여야 하며, 측정결과는 자동적으로 이송 또는 기록되어 외부피폭선량이 산출 될 수 있어야 한다.

비균질성으로 흑화된 필름에 대한 피폭선량값을 산출하고자 할 때는 방사선측정부서장의 기술적 검토 후 판독취급책임자의 최종검토를 받아야 하며 비균질성으로 흑화된 필름의 외부피폭선량판독결과보고서에는 판독결과보고서의 비고란에 상태 Code를 부여하여 보고한 후, 그 결과를 의뢰자에게 전화나 FAX로 보고한다.

### 2.4. 결과 통보

농도 측정이 완료되면 기록된 필름 농도는 당사의 Algorithm에 따라 외부피폭선량이 산출 평가된다. 산출 평가된 외부피폭선량은 PC에서 자동으로 외부피폭판독결과보고서를 인쇄하고 결과는 심부선량과 표층선량으로 구분하여 mrem단위로 나타나며 인쇄된 선량값은 방사선측정부서장의 확인 후 판독취급책임자가 최종 결과값을 검토한다. PC로 외부피폭선량판독결과보고서를 인쇄하여 의뢰기관별로 분류하여 일괄 통보한다. 보통 당사가

필름을 회수한 날로부터 늦어도 15일 이내에 통보하게 되는데, 늦게 도착한 필름은 보다 늦게 결과 값이 나올 수밖에 없는데 의뢰기관에서는 빨리 결과값을 받기 원한다. 대량의 피폭이 있을 때는 서면 통보에 앞서 의료적인 긴급조치의 강구를 위하여 FAX 또는 전화로 사전 통보한다.

## 2.5. 전산관리

당사의 개인피폭관리 System은 전산으로 관리되어진다. 전산관리 되어지는 내용은 주로 기관정보, 개인정보, 피폭선량산출 및 결과의 통보, 선량자료, 보조자료 및 System관리로 구분된다.

기관정보로는 신규계약시 관리번호를 부여하고 기관명을 입력하기 위한 기관번호 생성기와 신규기관의 통보주소, 담당자등의 자료를 입력하기위한 기관자료 입력기 그리고 계약담당자와 기관, 인원수, 단가, 주소, 전화번호등을 입력할 수 있는 계약자료 입력기가 있다.

개인정보에는 신규기관의 착용자에 일련번호를 부여하고, 성명, 주민등록번호를 입력할 수 있는 개인번호 생성기 및 당월선량과 3개월, 12개월 집적선량 등이 자동적으로 Update되는 개인 선량자료 생성기가 있다.

피폭선량산출 및 결과의 통보는 연산처리기와 통보처리기에서 처리되는데 기준 Filter 5개의 고감도, 저감도 필름농도를 입력하면 기준 Algorithm에 의해 연산되며 연산된 피폭선량은 외부피폭선량관독결과보고서에 2매씩 자동 인쇄되어 발송된다.

선량자료는 당월선량, 3개월 집적선량, 12개월 집적선량으로 구분 관리되어지며 연도별 개인 File에 선량연산시 Update된다.

보조자료로는 관독기록자료, 관독결과보고, 퇴사자관리, 보고자료관리, 인쇄용보조관리 및 기타자료가 있다.

System의 모든 자료와 Program은 매일 작업 후 Hard Disk Drive에 압축하여 자동 Backup을 받는다.

## 2.6. 품질보증

필름에 대한 관독효율 및 주기적인 성능관리 점검활동을 통하여 필름에 대한 품질보증 시험을 실시한다.

품질보증시험 항목으로는 재현성시험, LLD, 잠상퇴행, pH 변화에 따른 선량변화, Fog 변화에 따른 방사선에 대한 반응도 Test, 필터 두께변화에 따른 선량변화 및 기준 두께 설정이 있으며 이러한 시험은 연간 실시한다.

월간 QC필름 측정은 표준조사기관에서 Cs-137 1000 mrem을 조사한 것으로 종사자착용 선량계 한 Batch(300매) 기준으로 3매씩 배치하여 측정한다.

그리고 신규 필름이 입고되면 수입에서 운송과정상 발생할 수 있는 필름의 변화를 고려하여 같은 Box내의 필름 중에서 무작위로 Sample을 선택하여 Test 현상을 하여 필름

의 건진성을 확보한다.

## 2.7. 감독업무 수행에 따른 제반 문제점

필름벤티 감독과 관련하여 몇 가지 문제점을 살펴보면, 첫째 늦은 필름선량계 접수에 의한 늦은 감독이 그것이다. 주로 감독의뢰자가 필름을 늦게 반송하는데 기인하는 문제점으로 대부분의 업체는 월말에 교체하여 즉시 감독의뢰하는 반면 간혹 몇몇의 업체에서는 아주 늦게 의뢰한다. 보통 매월 말일에 월간 감독업무의 마감을 실행하게 되는데 늦은 업체가 발생하면 마감 진행을 할 수 없게 된다. 물론 마감실행을 하고 다음 달로 이월하여 과월필름으로 감독할 수 있으나 분기보고시기가 되면 그렇게 하기도 어렵게 된다. 왜냐하면 의뢰업체는 분기보고를 위하여 감독결과를 요구하기 때문이다.

또 다른 문제점은 감독결과를 수정 요구하는 경우이다. 예를 들면 표층선량이 너무 높게 나왔다거나 고선량 피폭자가 있는 경우이다. 물론 고칠 수는 없지만 의뢰자는 감독과정의 문제점이나 감독담당자 능력을 의심할 수도 있을 것이다. 그러나 그것은 감독절차서에 따라 검증해 볼 수 있는 문제이다.

그리고 필름 현상 과정상 불편한 점으로는 앞이 전혀 보이지 않는 암실에서 사람이 일일이 필름의 걸포장 하나 하나를 직접 개봉하여 현상준비해야 한다는 것이다. 시간이 오래 걸리고 측정자의 숙련도에 의존해야만 한다는 것과 현상 담당자의 건강에 영향을 미칠 수 있다는 것이다. 보통 시력 저하나 어깨결림, 관절이상 및 근육피로 등이 그것이다.

무엇보다 중요한 문제는 감독기관간의 경쟁에 의한 감독단가의 하락을 들 수 있겠다. 그것은 감독기관의 기술력을 퇴보하게 하는 원인이 된다. 왜냐하면 감독기관의 수입원이 줄어들게 되므로 자연히 직원의 임금이 내려가며, 사회적 물가상승과 반대로 하락하니, 더욱 어려운 경제상황에 놓이게 된다. 바로 의욕상실과 직결되어 새로운 것을 개발하려는 창의력이나 보다 좋게 개선하려는 의지가 감퇴되므로 오랫동안 직장생활을 하고 싶은 마음이 사라져 최대한 빨리 이직하고 싶어지는 것이 사람의 심리이다. 그렇게 되면 감독담당자의 잦은 교체가 발생되는데 감독품질에 크나큰 영향은 미치지 않는다고 할 수 없을 것이다. 즉 감독품질의 신뢰성을 저하시키는 근원이 되는 것이다.

또 다른 문제점으로는 바로 감독담당자의 자격요건을 규정해 놓았다는 것이다. 이 점은 조금 완화되어야 하지 않을까? 이것은 경영상 어려움을 낳게 될 우려가 있기 때문이다. 자격요건에 맞추다보면 고임금을 지급하지 않을 수 없고 그렇게 되면 적자 경영가능성이 높아져 결국 부도를 맞이할 지도 모른다. 따라서 이것을 방지하기 위하여 임금을 삭감하게 되며 역시 직원의 잦은 교체를 피하지 아니할 수 없게 될 것이다.

그밖에 필름벤티 착용기관의 무리한 요구나 압력 또한 문제점이 아닐 수 없다. 예를 들면 단가를 너무 낮추어 달라던가 착용 필름 외에 추가로 필름을 여러매 더 달라고 요구한다던가 필름을 분실했거나 과피폭을 당했을 때 감독기관에서 알아서 처리해 달라고 압력 아닌 압력을 행사한다던가 하는 문제인데 감독의욕을 상실케 하는 예가 아닐까?

## 2.8. 개선방안

첫 번째 문제는 의뢰자가 빨리 새로운 필름으로 교체하여 판독의뢰를 하면 된다. 그러나 의뢰자의 현장에서는 생각보다 빨리 수거되는 경우는 드문 것 같다. 종사자가 근무하는 작업장이 전국적으로 분포해 있거나 많은 인원이 착용하여 회수하는데 걸리는 시간이 오래 걸리 수도 있다. 그것은 제도적인 개선방법을 강구해야 할 것이다. 바로 모든 종사자가 스스로 협조할 수 있는 여건을 절차화 하거나 필요한 교육을 지속적으로 시킨다면 하는 방법이 있겠다.

다음 문제는 판독이 잘 못 되거나 하는 경우는 극히 드물다고 할 수 있다. 따라서 의뢰자의 작업 환경이나 작업중 발생했던 사고나 특이사항은 없었는지, 사용하고 있는 동위원소는 어떤 핵종인지 등의 여러 가지 경우를 고려해 보아야 피폭된 선량의 원인을 찾을 수 있을 것이다. 물론 판독기관에서도 업무과정이나 판독절차 및 품질보증활동을 보다 자세히 살펴보는 것도 필요하겠다.

그리고 그 다음 문제점은 개선하기에 어려운 점이 따른다. 현상작업과정의 완전 자동화 시스템을 갖추어야 하는데 현재는 현상전 준비과정은 자동화가 되지않고 단지 실질적인 현상에서 수세에 이르는 과정만이 자동화가 되어 있을 뿐이다. 여러 가지 여건을 고려해 볼 때 빠른 시일내에 완전 자동화 시스템을 갖추기는 어려우며 점차적으로 관계사업자가 연구 개발하여 우리 나라 실정에 맞고 경제적, 환경적 측면에서 합리적인 장치를 만들어야 할 것으로 본다.

판독단가에 관한 문제는 이미 법적인 고시가와 그에 따른 제제가 분명하면 해결될 것이다. 즉 판독기관에서 임의로 정하여 올리고 내리고 하지 못하도록 최저 판독고시가를 정하여 이를 어길 시 분명한 법적 제재를 가하면 판독단가로 인한 분쟁이나 쓸모없는 제살짜이 경쟁은 사라질 것이다.

판독담당자의 자격요건에 대한 기준은 판독취급관리자의 재량으로 정하여 종사시키면 된다. 얼마간의 교육 만으로도 판독담당을 충분히 해 낼 수 있다고 보이기 때문이다. 대부분의 판독과 그에 따른 부수적인 작업이 단순 반복되는 일이 많기 때문이다. 물론 이 점에 대하여 규제기관에서는 철저한 감시가 따라야 할 것이다.

필름맺지 착용기관의 무리한 압력행사는 어쩔 수 없는 일이나 위의 문제들이 해결되면 어느 정도는 사라지지 않을까? 현재의 처지는 판독기관이 고객을 잃지 않기 위하여 매사에 끌려 다니는 꼴이기 때문에 실질적인 종사자 개인을 방사선으로부터 보호하고자 하는 취지에 어긋난다고 해야 할 것이다. 따라서 이제는 판독담당자가 모든 주변의 이해관계나 손해 이득의 관계에 신경쓰지 않고 오로지 종사자 선량평가에만 전념하여 방사선피폭종사자 개인이 받게 될지도 모르는 육체적 정신적 피해를 미연에 방지할 수 있게 객관적이고 합리적인 판독업무를 수행 할 수 있도록 해야 할 것이다.



### 3. 결론

여기서 당사의 기본적인 관독업무 진행과정을 보았다. 필름의 착용에서 관독까지의 과정이 어느 정도 수작업에 의존한다고 해도 과언이 아니다. 따라서 관독담당자의 기술적 숙련도와 의지력에 영향을 받을 수 있다는 것 또한 알 수 있었다. 그러나 어떤 면에서는 이러한 과정이 오히려 완전 자동화된 시스템 보다 사람이 직접 확인하고 검증해가며 처리하는 것이 더 나을 수도 있다.

또한 관독의뢰(필름반송)가 늦게 되면 관독결과도 늦게 나온다는 것을 알 수 있었고 결과의 신뢰성을 확보하기 위해서는 업무절차의 관리나 품질관리도 중요하지만 실질적으로는 관련된 업무에 대하여 보다 세밀한 관심이 더 중요하다는 것도 알 수 있었다.

그리고 현상 및 관독시스템의 효율적 처리 방법을 갖추기 위해서는 관련된 모든 관계 직원, 기관이 개선 및 개발에의 노력에 투자를 해야 할 것이다.

사실 관독을 맡고 있는 담당자와 책임자는 주위의 압력이나 어떠한 회유 또는 이해득실에 영향을 받지 말고 관독업무에 임하여야 한다.