

## 방사선 측정기 교정 데이터의 자동처리를 위한 전산프로그램 개발

### Development of a Computation Program for Automatic Processing of Calibration Data of Radiation Instrument

장지운\*<sup>†</sup>, 신희성\*, 윤 청\*\*, 이윤희\*, 김호동\*, 정기정\*

Ji woon Jang\*<sup>†</sup>, Hee sung Shin\*, Cheung Youn\*\*, Yun hee Lee\*, Ho dong Kim\* and Ki jung Jung\*

초 록 방사선 측정분야에서 사용되는 감마 서베이미터의 교정데이터 자동처리를 위한 전산 프로그램을 개발하였다. 전산 프로그램은 Visual Basic을 기반으로 개발되었으며, 교정과정에 따라 단계별로 윈도우를 제작하고 코드화하였다. 교정 데이터의 자동처리를 위해 Microsoft Excel 프로그램을 제어하여 미리 자동 연산된 엑셀 셀 내에 데이터가 입력되도록 하였다. 개발프로그램 성능평가의 일환으로 검증된 데이터와 프로그램에서 출력된 데이터를 비교한 결과, 교정인자 산출 및 불확도 평가에서 동일한 결과가 나왔다. 또한, 개발프로그램을 교정업무에 적용시킨 결과, 업무의 효율성 및 정확성은 증가하였다.

**주요어:** 감마서베이미터, 교정 데이터, 전산 프로그램

**Abstract** A computation program has been developed for automatic data processing in the calibration process of gamma survey meter. The automatic processing program has been developed based on Visual Basic. The program has been coded according to steps of calibration procedure. The OLE(object linking an embedding) Excel automation method for automatic data processing is used in this program, which is a kind of programming technique for the Excel control. The performance test on the basis of reference data has been carried out by using the developed program. In the results of performance test, the values of calibration factors and uncertainties by the developed program were equal to those obtained from the reference data. In addition, It was revealed that the efficiency and precision of working are significantly increased by using the developed program.

**Keywords:** Gamma Survey Meter, Calibration Data, Computation Program

#### 1. 서 론

국가교정기관지정제도 운영요령에 의하여 '한국 교정시험인정기구(Korea Laboratory Accreditation Scheme)'로부터 인정받은 국가교정기관은 국가표준과 소급성을 항상 유지해야하며 사용자로부터 의뢰받은 계측기에 대한 정확한 교정을 수행해야 한다. 의뢰받은 계측기에 대한 교정은 각 기관이 보유한

교정지침서에 의거하여 수행하며 교정결과에 대한 공인된 교정성적서를 발급해야한다. 현재 국가교정기관으로 인정받은 기관은 전국적으로 6개 기관[1]이며, 각 기관은 자체적으로 개발 혹은 구입한 교정용 소프트웨어를 활용하고 있는 실정이다. 이는 교정과정에서 생성된 low data들을 일괄 전산처리하여 업무의 효율성 및 정확성을 향상 시키려는 목적이다. 여기서 low data는 교정행위의 history 추

적 및 교정시스템 전반의 이상 유무를 체크할 수 있는 중요한 feedback 자료가 된다.

교정의 최종결과물인 공인 교정성적서가 발행되기까지 교정실무자는 측정된 low data를 기반으로 교정인자 및 불확도 산출에 관한 수학적 모델에 적용하여 반복적인 산술연산을 수행한다. 이러한 일련의 교정과정에서 low data의 transcription은 필수불가결한 요소로 작용한다. 따라서 교정실무자의 실수나 작성오류로 인한 low data의 변형 혹은 누락은 잘못된 교정결과 산출 및 교정성적서 발급을 초래할 수 있다. 이는 나아가 교정수행기관의 대외적 신임도를 떨어뜨리고 최종 사용자에게 대한 민감한 사후조치가 뒤따라야 한다[2]. 특히, 본 연구의 대상인 감마 서베이미터는 방사선 방호와 관련된 사항이므로 개인의 피폭 및 방사선 안전관리 측면에서 매우 중요한 부분이다.

본 연구에서는 앞서 기술한 문제점을 개선하고자 방사선 분야 감마서베이미터에 대한 일련의 교정과정을 전산 프로그램화하여 교정실무자에 의한 low data 오류를 최소화하고 신뢰성 있는 교정결과를 도출할 수 있는 방안을 제안하고자 한다. 또한 교정실무자의 low data의 유지·관리 측면을 고려하여 가장 효율적이고 편리한 방안을 제시하고자 한다.

## 2. 교정 데이터 자동처리를 위한 사용자 인터페이스 설계

전산프로그램의 개발은 Microsoft Visual Basic을 사용하였으며, 시스템의 운영환경은 Microsoft Windows XP Professional 이다. 실제 교정과정과 유사하게 각 단계별 프로그램을 step by step 형태로 진행하도록 설계하였다. 또한 Microsoft Excel 프로그램과 연동하여 교정 데이터의 연산 및 결과 보고서의 레이아웃을 확정하였다.

### 2.1. 단계별 프로그램 윈도우 구성

#### 2.1.1. 사용자 확인 및 인증

교정행위 자체는 한국교정시험인정기구에서 인증하고 등록된 교정실무자에 의해서만 수행되어야 한다. 또한, 교정에 관련된 서류 및 소프트웨어는 인증된 사람이외에는 열람 및 사용하지 못하도록 보안유지가 필요하다[2]. 따라서, 이를 구현하기 위해 프로

그램 실행 초기 시 인증된 사용자의 확인을 위한 윈도우를 설계하였다. 또한 사용자 인증이 3번 실패한 경우 프로그램이 자동종료 되도록 설계하였다.

#### 2.1.2. 교정대상 기기의 종류 선택

교정대상이 되는 계측기는 그 종류에 따라 정해진 교정방법이 존재하고 교정절차도 다르다. 각 계측기의 종류에 따라 적합한 교정절차를 수행할 수 있도록 미리 교정대상 기기의 종류를 결정할 수 있는 윈도우를 설계하였다.

#### 2.1.3. 의뢰자 및 교정대상 기기 정보입력

교정 의뢰자 및 교정대상 기기의 정보는 최종 결과물인 교정 성적서 및 불확도 산출 내역서에 입력되어야 할 항목이고, 계측기 교정능력에 대한 검색 자료로 사용된다. 교정 의뢰자에 대한 항목은 의뢰기관명, 의뢰기관주소로 구성하였으며, 교정대상 기기정보에 대한 항목은 기기의 형태, 제조사, 모델명, serial 번호 및 교정번호로 구성하였다. 여기서 기기의 형태에 대한 항목은 2.1.2항에서 선택한 값을 그대로 입력받는다.

#### 2.1.4. 측정데이터 입력

교정대상 기기의 반응값을 읽어 입력할 수 있도록 윈도우를 설계하였다. 윈도우의 구성은 교정대상 기기의 교정범위 설정 및 측정단위 선택을 위한 항목과 각 교정범위에 대해 3개의 교정점을 선택하거나 쓸 수 있도록 구성하였다.

#### 2.1.5. 보고서의 출력 및 저장

보고서 출력 윈도우는 프린터 출력 및 저장버튼으로 구성 되어 있고 앞서 입력받은 데이터들이 Excel의 셀에 자동입력, 출력 및 저장이 되도록 설계하였다. 저장의 경우 파일이름을 출력을 마친 시점에서의 '년도날짜시간(yymmddhhmmss)' 형태로 저장토록 하였다.

## 2.2. 단계별 프로그램의 윈도우 배열

앞서 2.1 항에서 기술한 단계별 구성된 프로그램

의 윈도우를 실제 교정과정과 대비하여 Fig. 1에서 보는 바와 같이 배열하였다.

2.3. 개발프로그램의 알고리즘

2.3.1. 교정인자 산출 및 측정불확도 평가에 대한 수학적 모델

프로그램에 적용된 수학적 모델은 한국계량측정 협회에서 발간한 ‘x-선 및 감마선 서베이미터’에 대한 표준교정절차서[3]의 내용을 참조하였다. 감마선 서베이미터의 교정인자 산출에 관한 수학적 모델은 식 (1)과 같이 제시하고 있다.

$$N_{ave} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \frac{\dot{K} \cdot h}{M_i \cdot k_d \cdot k_{tp}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \frac{H^*(10)}{M_i \cdot k_d \cdot k_{tp}} \quad (1)$$

여기서,

- $N_{ave}$  : 피 교정 측정기의 평균 교정인자
- $\dot{K}$  : 기준일로부터 붕괴 보정된 기준 조사장치의 공기커마(율)
- $h$  : 공기커마 - 선량당량(율) 환산인자
- $H^*(10)$  : 주변선량당량(율)
- $M$  : 피교정 측정기의 지시값
- $k_d$  : 피교정 측정기의 위치 재현성 보정인자
- $k_{tp}$  : 피 교정 측정기의 환경 보정인자

또한, 불확도 평가에 대한 수학적 모델은 식 (2) 와 같이 제시하고 있다[3-5].

$$N_{ave} = \sum_{i=1}^n \frac{\dot{K} \cdot k_{\lambda} \cdot h \cdot k_{EB}}{M_i \cdot k_d \cdot k_{tp}} = \sum_{i=1}^n \frac{H^*(10) \cdot k_{EB}}{M_i \cdot k_d \cdot k_{tp}} \quad (2)$$

- 여기서,  $k_{EB}$  : 유효 빔
- $k_{\lambda}$  : 붕괴보정상수

선량-거리 산출에 관한 수학적 모델은 기준감마선 조사장치의 교정으로부터 산출된 선량-거리 관계식에 방사선 붕괴를 고려한 다음 식을 사용하였다.

$$\dot{K} = 10^a \cdot D^{-b} \cdot e^{-\lambda t} \quad (3)$$

- 여기서,  $\dot{K}$  : 공기커마(율)
- $a, b$  : 감마선 조사장치 교정 후 산출된 상수
- $D$  : 조사장치로부터의 거리
- $\lambda, t$  : 붕괴상수 및 경과시간

2.3.2. 출력용 기본 엑셀파일 양식제작

교정인자 산출 및 불확도 평가의 출력물에 대한 기본적 양식은 엑셀파일로 작성하고 저장하였다. 교정인자 산출 및 불확도 평가에 관한 양식 2.3.1.항에서 기술한 수학적 모델을 기초로 엑셀파일내의 각 셀의 자동연산 기능을 통해 미리 작성하였다.

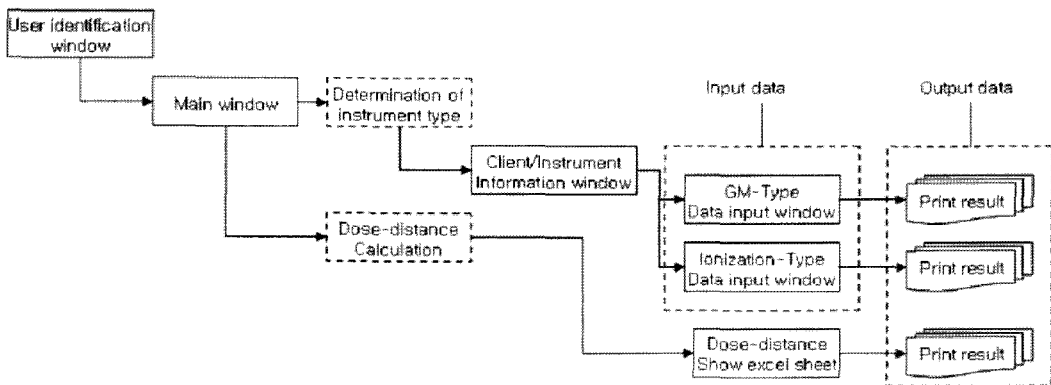


Fig. 1 Flow diagram for the arrangement of each child window

2.3.3. 엑셀제어를 위한 OLE(object linking and embedding) 자동화 기법

MS Office excel을 VB로 제어하기 위해서는 엑셀 개체의 속성, 메서드 및 이벤트를 사용하기 전에 개체변수를 선언하고 이를 개체변수로 참조해야한다. 개체에 대한 참조방식은 형식 라이브러리에 정의된 개체에 대한 참조와 형식라이브러리에 정의되지 않은 개체에 대한 참조로 구분할 수 있다. 전자의 경우는 개체의 클래스가 형식 라이브러리에 포함되어 있으며, 특정 클래스의 변수를 사용하여 개체 참조를 작성함으로써 응용 프로그램이 빨리 수행되게 할 수 있다. 후자의 경우는 object 데이터 형식의 개체 변수를 선언해야한다. 개체가 형식 라이브러리와 연관이 없으므로 개체의 속성, 메서드 그리고 이벤트를 미리 파악해야한다. 엑셀개체 참조의 경우 형식 라이브러리에 의한 참조와 그렇지 않은 경우에 대한 참조 모두 사용할 수 있다[7].

본 연구에서는 형식 라이브러리의 제공 여부와 상관없이 set 문의 createobject 함수를 사용하여 엑셀 개체를 작성하고 개체 변수에 개체 참조를 지정하도록 하였다. Fig. 2는 변수선언부에 엑셀개체 참조를 위한 개체변수 선언을 나타내었다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 엑셀개체 참조를 위한 변수는 엑셀 프로그램에 대한 개체변수, 엑셀 워크북에 대한 개체변수 및 엑셀 시트에 대한 개체변수로 구성된다.

선언된 개체변수에 엑셀개체를 참조하도록 set 문과 createobject함수를 사용한 코딩을 Fig. 3에서 제시하였다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 앞서 먼저 선언된 개체변수에 기존에 실행된 엑셀개체를 참조하도록 하고 기존에 실행된 엑셀개체가 없으면 새롭게 개체변수에 엑셀개체를 참조하도록 하였다. 참조된 특정 엑셀파일을 불러와서 셀 내에 값을 입력하는 과정을 Fig. 4에 제시하였다.

```
Option Explicit
Public XlApp As Object      'Declaration of object variable for the Excel application
Public xlWkb As Object     'Declaration of object variable for the Excel work book
Public xlSht As Object     'Declaration of object variable for the Excel sheet
```

Fig. 2 Declaration part of object variables for referring to the Excel application.

```
Set XlApp = GetObject("Excel.Application")      'Check the Excel application
If XlApp Is Nothing Then                       'If no the Excel application,
    Set XlApp = CreateObject("Excel.Application") 'Execution of the Excel application
```

Fig. 3 Programming for referring to the Excel application.

```
xlwkb.workbooks.open App.Path & "\GM-Type.xls"      'Load the Excel file
Set xlsht = xlwkb.worksheets("Certify")             'Set the Excel sheet
xlsht.Activate                                     'Activation of loaded the Excel sheet
'Input data in the Excel sheet
xlwkb.cells(4, 2).Value = CLIENT.TxtClient.Text
xlwkb.cells(4, 7).Value = CLIENT.TxtCalnum.Text
xlwkb.cells(5, 3).Value = "Survey Meter"
End Sub
```

Fig. 4 Programming for input data in cells of the Excel sheet.

### 3. 프로그램 개발

#### 3.1. 개발프로그램의 프로그램 흐름도

앞서 설계한 사용자 인터페이스를 기반으로 개발 프로그램에 적용된 전체 flow chart를 Fig. 5에 제시하였다. Fig. 5에서 보는 바와 같이 개발프로그램은 크게 세 부분으로 구분할 수 있다. 즉, 프로그램 사용자 인증부분, 교정대상 측정기에 대한 정보와 교정 데이터 입력부분, 그리고 결과물 출력부분이다. 각 단계별로 나타나는 윈도우는 'go to main' 혹은 'back' 버튼을 이용하여 메인 윈도우 혹은 이전 윈도우로 이동할 수 있도록 설계하였다. 개발프로그램의 flow chart 전체적인 면에서 볼 수 있듯이 일련의 교정과정을 하나의 프로세서 안에서 구동하도록 하여 이원화되기 쉬운 업무과정을 통합하도록 하였다.

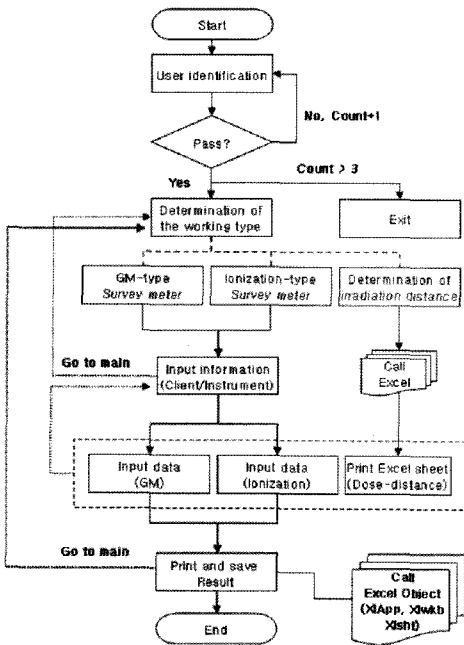


Fig. 5 Flow diagram of the developed program

#### 3.2. 단계별 프로그램 윈도우 설계

프로그램 실행과 동시에 실행되는 사용자 인증을 위한 윈도우를 Fig. 6에 나타내었다. Fig. 6에서 보는 바와 같이 사용자 인증 윈도우는 사용자의 아이디와 패스워드를 입력할 수 있는 입력창으로 구성

하였고, 인증이 확인되면 'confirm' 버튼을 눌러 다음 단계로 진행할 수 있도록 하였다. 사용자 인증을 통과하면 계측기 종류를 결정하는 윈도우가 Fig. 7에서 보는 바와 같이 나타난다. 계측기 종류 결정을 위한 윈도우에는 GM형 감마서베이미터, 이온전리함형 감마서베이미터, 선량-거리 산출 및 표면오염감시기에 대한 버튼으로 구성되어있다.

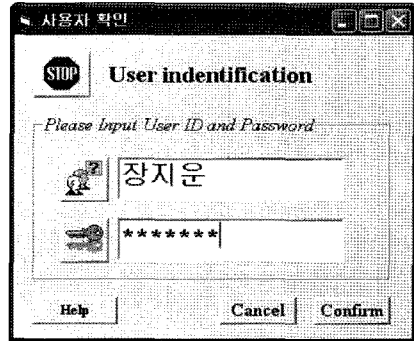


Fig. 6 User identification window

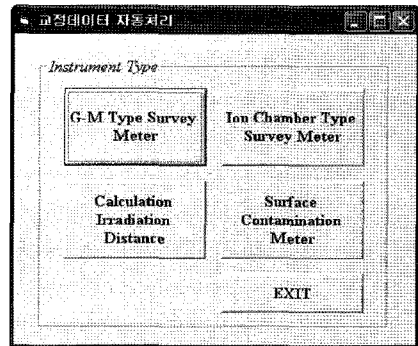


Fig. 7 Window for determination of instrument type

의뢰인 및 계측기 정보를 입력하는 윈도우를 Fig. 8에 나타내었다. 의뢰인 정보에 관한 사항은 Fig. 8에서 보는 바와 같이 의뢰인 이름 혹은 기관명, 주소로 구성하였으며, 계측기 정보에 관한 사항은 계측기의 종류, 제조사, 모델명, 시리얼 번호 및 교정번호 입력창으로 구성하였다. 또한, 계측기의 교정인자 산출을 위해 결정된 계측기의 타입에 따라 방사선의 반응값을 입력할 수 있는 윈도우를 Fig. 9에 나타내었다. Fig. 9에서 보는 바와 같이 계측기의 측정범위와 측정단위를 선택할 수 있게 하고 각 측정범위 마다 3개의 교정점에 대한 반응값을 입력할 수 있는 입력창을 만들었다.

최종적으로 입력받은 데이터들을 엑셀파일로 저장하고 출력하기 위한 윈도우를 Fig. 10에 나타내었다. 부가적으로 계측기 타입을 결정하는 윈도우에서 'calculation irradiation distance' 버튼을 클릭할 경우 Fig. 11에서 보는 바와 같이 조사거리 계산을 위한 윈도우가 실행된다. 조사장치의 교정일시와 현재일시 사이의 경과시간은 엑셀파일로 입력이 되고 자동 연산된 결과가 출력 및 저장된다.

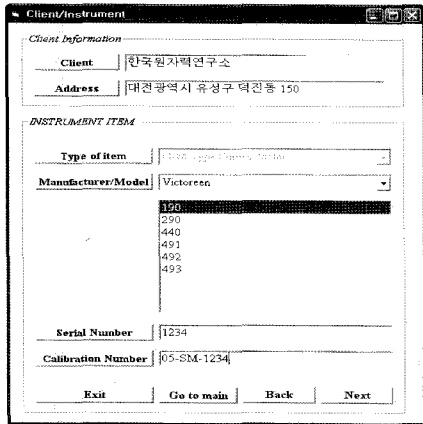


Fig. 8 Window for input information of a client and a instrument

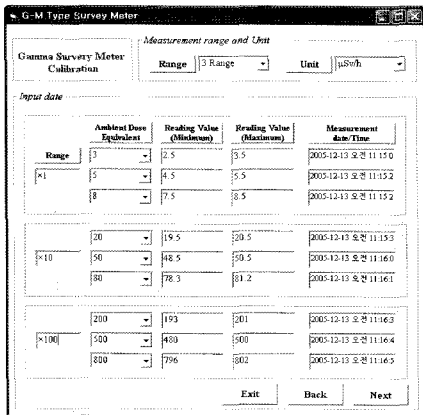


Fig. 9 Window for input of calibration data

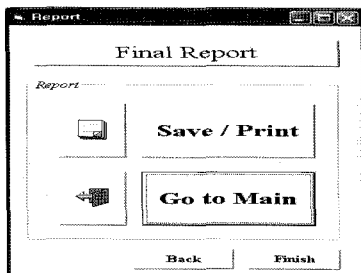


Fig. 10 Window for printing and saving a report file

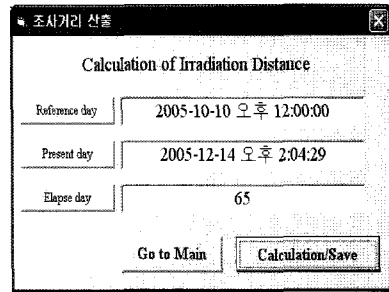


Fig. 11 Window for calculation of irradiation distance

#### 4. 프로그램의 성능평가

##### 4.1. 개발프로그램을 이용한 교정데이터의 자동처리

실제로 방사선 방호장비로 사용되는 감마선 서베이미터(제작회사 : Victoreen, 모델명 : 190)를 대상으로 개발프로그램을 이용하여 교정을 수행하였다. 교정에 사용된 기준 방사선장은 Cs-137에 의한 g-선장이며, 세부사항은 Table 1과 같다.

실제 교정수행에 앞서 교정대상 기기의 측정범위를 고려하여 세 부분의 조사범위(×1, ×10, ×100)로 구분하였다. 또한 조사범위 마다 측정기의 최대 측정값을 기준으로 세 부분의 교정점을 설정하였다. 설정된 교정점에 대한 기준 선량값과 조사장치 거리관계를 산출하기 위해 Fig. 11의 윈도우를 실행시켜 기준 선량값에 대한 조사거리를 산출한 결과를 Fig. 12에 나타내었다. Fig. 12에서 보는 바와 같이 기준 선량값에 해당하는 조사거리가 엑셀에서 자동 연산되어 출력되었음을 확인할 수가 있다. 이렇게 산출된 조사거리는 감마조사장치 시스템에서 거리 이동장치의 입력값으로 활용된다.

실제 교정수행을 위해 앞서 산출한 조사거리에 교정대상기기를 위치시키고 감마 빔의 중심점과 교정대상기기 검출부의 중심점을 일치시켰다. 개발프로그램을 실행시켜 Fig. 6에 제시된 사용자 인증과정을 거치고 Fig. 7에 제시된 계측기 타입을 'GM-type survey meter'로 설정하였다. 다음으로 Fig. 8에서 제시된 윈도우에 고객정보 및 측정기기 정보를 입력하고 Fig. 9에 제시된 윈도우 입력창에 각 측정범위별 기준 선량값에 대한 기기의 반응값(최대값, 최소값)을 입력하였다. 각각의 측정범위 내에서 하나의 기준 선량값에 대한 반응값의 측정과 입력이 완료되면 다시 다음 조사거리로 이동시켜 측정하고 입력하는 작업을 반복하였다. 최종적으로

Microsoft Excel - 거리선량률 계산.xls

Tahoma

Reference date/time : 2005-10-10 오후 12:00:00  
 Present date/time : 2005-12-14 오후 2:04:29  
 Elapsed day : 65

**Gamma Irradiator 1**

Distance (cm)	Distance (cm)	(563890.56354X(t)) * e <sup>-λt</sup> (6.2893*10 <sup>-5</sup> h)	Elapsed time (day)	Dose rate (mR/h)
414.90	414.89259	224636.02361	65	2.5
379.50	379.49000	187196.68634	65	3
351.90	351.92496	160454.30258	65	3.5
329.70	329.67081	140397.51476	65	4
295.60	295.57810	112318.01181	65	5
270.40	270.35656	93598.34317	65	6
234.90	234.86433	70198.75738	65	8
210.60	210.57598	56159.00590	65	10
172.70	172.68923	37439.33727	65	15
150.00	150.01871	28079.50295	65	20
134.50	134.50461	22463.60236	65	25
123.00	123.02740	18719.66863	65	30
114.10	114.09105	16045.43026	65	35
106.90	106.87644	14039.75148	65	40
95.80	95.82388	11231.80118	65	50
87.60	87.64727	9359.83432	65	60
76.10	76.14100	7019.87574	65	80

**Gamma Irradiator 2**

Distance	Elapsed time	Dose rate
----------	--------------	-----------

Fig. 12 Data recorded in an Excel sheet after automatic processing.

Microsoft Excel - SM3R(Sv).xls [읽기 전용]

감마시계미터 불확도 산출 내역서

작성일 : 2005-12-05

■ 작업 정보

접수번호 : 1234      의뢰기관주소 : 대전 유성구 덕장동 150  
 의뢰기관 : 한국원자력연구소      재직회사 및 형식 : Victoreen 130      기기번호 : 1234  
 교정일자 : 2005-12-05      교정번호 : 05-SM-1234      작성자 : 장지운

교정 환경 : 시속온도 : 불로온도 : 시각습도 : 온도습도 : 온도습도 : 습도보정 : 0      습도보정 : 0

■ 교정일자 산출

교정 선량	측정 범위	불량 선량률 최대	백경 선량률 최소	백경 선량률 평균	기준 선량률	측정 최대값	측정 최소값	측정 평균값	교정 인자	교정 인자 평균
Cs-137	*1	0	0	0	3	3.5	2.5	3	1.00	
		0	0	0	5	5.5	4.5	5	1.00	1.01
		0	0	0	8	8.5	7	7.75	1.03	
Cs-137	*10	0	0	0	20	20.5	13.5	20	1.00	
		0	0	0	50	50.5	48.5	49.5	1.01	1.00
		0	0	0	80	81.2	78.3	79.75	1.00	
Cs-137	*100	0	0	0	200	193	201	197	1.02	
		0	0	0	500	480	500	490	1.02	1.01
		0	0	0	800	802	736	799	1.00	

■ 자시각

ER-K	자시각 온도보정	자시각 습도보정	상대 습도보정	최대 온도보정
0	0.50	0.50	0.00	
0	0.50	0.50	4.08	6.00
0	0.75	0.75	3.95	
0	0.50	0.50	1.02	
0	1.00	1.00	0.82	1.02
0	1.45	1.45	0.74	
0	-4.00	4.00	0.93	
0	-10.00	10.00	0.93	0.93
0	3.00	3.00	0.15	

■ 불확도 산출

측정 범위	자시각 온도보정	교정인자 표준편차 (%)	기준 선량률 (%)	위치 재현성 (%)	유효성 (%)	불리 상수 (%)	단위 변환 (%)	합성 불확도	유효 자유도	자유도계 (95%신뢰)	확장 불확도 (95%, k=2)
*1	6.80	1.06	1.92	1.22	2.89	0.00	2.00	8.036	6.51E+03	2.00	16.07
*10	1.02	0.30	1.38	1.24	2.89	0.00	2.00	4.107	7.30E+04	2.00	8.21
*100	0.88	0.57	1.24	1.24	2.89	0.00	2.00	4.055	5.30E+03	2.00	8.11

확인 :      작성 (교정 실무자)      검토 (기술 책임자)  
 장지운      000

Fig. 13 Data recorded in an Excel sheet after automatic processing.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
15			0	0	0	150			#DIV/0!	#DIV/0!			
16			0	0	0	500	500	500	500	1.00			
17	Cs-137	*100	0	0	0	1000	1000	1000	1000	1.00	1.01		
18			0	0	0	1500	1500	1450	1475	1.02			
19													
20	■ 불확도 산출												
21	측정범위	지시값 흔들림	교정인자 표준편차 (%)	기준 선량률(%)	위치 재현성 (%)	유효범위 (%)	붕괴 상수 (%)	단위 환산 (%)	합성 불확도	유효 자유도	자유도에 따른 k 값 (95%신뢰)	확장 불확도 (95%, k=2)	
22	*1	#DIV/0!	#DIV/0!	1.82	1.22	2.89	0.00	2.00	#DIV/0!	#DIV/0!	2.00	#DIV/0!	
23	*10	#DIV/0!	#DIV/0!	1.36	1.24	2.89	0.00	2.00	#DIV/0!	#DIV/0!	2.00	#DIV/0!	
24	*100	0.00	0.69	2.25	0.24	2.89	0.10	2.00	4.24	2.85E+03	2.00	8.48	
25													
26													
27													

Fig. 14 Calibration factors and uncertainties of radiation measurement instrument calculated on the basis of reference data

Table 1 Specification of the reference irradiation field

Item	Specification
Irradiation range	0.42 mSv/h ~ 17.33 mSv/h (Ambient dose equivalent)
Beam uniformity	less then ± 5% in effective beam size
Repeatability of the irradiation field	less then ± 0.6%
Scattering radiation	less then 5% of primary beam
Source transient time	less then ± 0.1% of total irradiation time

Table 2 The reference data for verification of the developed program

	Measurement item	1			Standard uncertainty	3	4	5	6
		Estimate	Relative expand uncertainty	Cover-age factor					
A	Air kerma	1.5	4.5	2	2.25	Normal	1.0	2.25	∞
B	Avg. Cal. factor	1.01	0.69	1	0.69	t	1.0	0.69	2
C	Environment condition	1.0000	0.03	$\sqrt{3}$	0.02	Rectangle	1	0.02	∞
D	Position repeatability	1000	0.21	$\sqrt{3}$	0.12	Rectangle	2	0.24	∞
E	Decay correction factor	6.29E-05	0.18	$\sqrt{3}$	0.10	Rectangle	1	0.10	∞
F	Dose conversion factor	1.2	2.00	1.0	2.00	Normal	1	2.00	∞
G	DUT	160	-	$\sqrt{6}$	0.00	Triangle	1	0.00	∞
H	Beam uniformity	1.00	5.00	$\sqrt{3}$	2.89	Rectangle	1	2.89	∞
I	$N_r$ (Sv/R)	1.01						4.24	2850
	Expand uncertainty		$U = k \times u(N_r) = 2 \times 4.24 = 8.48 \% (95\% \text{ C.L. } k=2)$						



앞서 입력했던 데이터들을 Fig. 10에서 제시한 윈도우 상의 'save/print' 버튼을 눌러 엑셀로 저장하고 출력하는 과정을 거쳤다.

저장된 엑셀파일을 열어 확인한 결과, 앞서 입력했던 고객정보 및 기기정보가 정확히 엑셀 시트로 입력되었다. 또한 기준 선량값에 대한 기기 반응값을 입력함과 동시에 교정인자 및 불확도가 자동연산을 통해 산출되었음을 확인하였다. Fig. 13에는 자동 입력된 데이터들과 자동 연산된 데이터들을 제시하고 있으며, Fig. 13에서 보는 바와 같이  $\times 1$ ,  $\times 10$  및  $\times 100$ 의 측정범위에서 각각의 평균 교정인자는 1.01, 1.00 및 1.01로 산출되었으며, 확장불확도의 경우 95%의 신뢰수준에서 각 측정범위에서 16.07%, 8.21% 및 8.11%로 산출되었다.

#### 4.2. 자동 처리된 결과의 검증

엑셀로 입력되어 자동 처리된 데이터의 유효성을 평가하기 위해 방사선 분야 감마 서베이미터 불확도 사례집에 제시된 기준 데이터를 Table 2에 제시하였다. 또한, 이 데이터를 개발된 프로그램으로 자동 출력한 것을 Fig. 14에 제시하였다.

Table 1과 Fig. 14에서 보는 바와 같이 교정인자 산출 및 불확도 평가에서 사례집에서 발췌한 기준 데이터와 개발프로그램으로 출력한 결과가 동일함을 알 수가 있다.

### 5. 결 론

방사선 측정기의 교정데이터의 자동처리를 위한 전산 프로그램을 개발하였다. 개발된 프로그램은 Microsoft Visual Basic을 기반으로 교정과정의 각 단계별 윈도우를 구성하고 통합하는 과정을 거쳤다. 교정결과 출력은 Microsoft Excel 프로그램을 제어하여 교정데이터를 입력하고 출력할 수 있도록 개발하였다. 개발된 프로그램 성능평가의 일환으로 방사선 방호장비로 사용되는 감마선 서베이미터를 대상으로 하여 실제로 교정을 수행해 본 결과 입력된 데이터의 오류는 없었으며, 또한 교정인자 및 불확도 산출의 경우 사례집에서 제시된 기준 데이터와 프로그램으로 출력한 데이터를 비교 분석한 결과, 동일한 결과를 얻을 수 있었다.

본 연구를 통해 교정과정에서 생성되는 low data들의 효율적인 처리방안 및 유지관리 방안을 제시했다고 판단되며 또한 low data들을 일괄 전산처리하여 교정업무의 효율성 및 정확성을 향상시켰다고 판단된다. 앞으로 개발된 전산프로그램을 개선 및 확장하여 다양한 교정부문에 응용할 계획이다.

#### 참고문헌

- [1] 한국교정시험기관인정기구 홈페이지, "[http://www.kolas.go.kr/01\\_korean/fm/fm\\_search\\_01.asp](http://www.kolas.go.kr/01_korean/fm/fm_search_01.asp)", 방사선분야 교정인정기관 검색.
- [2] 한국교정시험기관인정기구, "시험 및 교정기관의 자격에 대한 일반 요구사항 및 해석", KOLAS SG-1, pp. 4-36, (2000)
- [3] 한국측정기기교정협회, "X-선 및 감마선 서베이미터", 표준교정절차서 KASTO 02-80109-034, pp. 12-13, (2002)
- [4] ISO, "X and gamma reference radiation for calibration dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of energy," ISO 4037 Part 1 : Radiation Characteristics and Production methods, pp. 16-17, (1996)
- [5] ISO, "X and gamma reference radiation for calibration dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of energy," ISO 4037 Part 2 : Dosimetry for Radiation Protection over the Energy Ranges 8 keV to 1.3 MeV and 4 MeV to 9 MeV, pp. 6-8, (1997)
- [6] ISO, "X and gamma reference radiation for calibration dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of energy," ISO 4037 Part 3 : Calibration of Area and Personal Dosimeters and the Measurement of Their Response as a Function of Energy and Angle of Incidence, pp. 22-36 (1999)
- [7] MSDN Online, "<http://msdn.microsoft.com/library/>," Automating Excel Using the Excel Object Model