

## 땀의 성분 분석과 잠재지문 현출에 관한 연구

최미정 · 선일식<sup>1</sup> · 김창성<sup>1</sup> · 최만식<sup>2</sup> · 성낙도<sup>3</sup> · 박성우<sup>\*</sup>

충남대학교 과학수사학과, <sup>1</sup>한국화학시험연구원,

<sup>2</sup>충남대학교 해양학과, <sup>3</sup>충남대학교 농화학과

(2007. 2. 16. 접수. 2007. 3. 22. 승인)

### Study of sweat content analysis and latent fingerprint developing

Mi-Jung Choi, Yale-Shik Sun<sup>1</sup>, Chang-Seong Kim<sup>1</sup>, Man-Sik Choi<sup>2</sup>,  
Nack-Do Sung<sup>3</sup> and Sung-Woo Park<sup>\*</sup>

*Dept. of Scientific Criminal Investigation, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea*

<sup>1</sup>*Hazard Evaluation Center, Korea Testing & Research Institute, Gimpo, Gyunggi-Do, 415-871, Korea*

<sup>2</sup>*Dept. of Oceanography and Marine Environmental Science, Chungnam National University,  
Daejeon, 305-764, Korea*

<sup>3</sup>*Dept. of Applied Biology, Chemistry & Food Science, Chungnam National University,  
Daejeon, 305-764, Korea*

(Received February 16, 2007; Accepted March 22, 2007)

**요 약:** 잠재지문의 효과적인 현출법의 기초자료로 활용하기 위하여 지문과 관계되는 땀의 성분분석을 실시하였다. 땀의 성분을 분석한 결과 총 단백질은 46~122  $\mu\text{L}/\text{mL}$ 로 개인차가 있고, 검출된 아미노산의 분포도 개인에 따라 그 차이가 있으며, 주로 glycine(4.7~19.0  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ), threonine(1.3~26.0  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ), alanine (0~13.5  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ), valine(0~8.0  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) 그리고 histidine(0~13.2  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) 등이 검출되었다. 양이온의 경우 Na이 3078.6~4815.6 ppm으로 가장 높은 함량을 보였고, K이 267.3~823.9 ppm이었으며, Ca(15.4~44.7 ppm)과 Mg(4.13~8.96 ppm)으로 조사되었다. 음이온 중에는 Cl(2167~4073 ppm)와 F(454~582 ppm)가 주로 검출되었다. 미량 원소는 Rb(132~824 ppb), Zn(90~1846 ppb)와 Cu(17~415 ppb)가 주로 검출 되었으며, 그 양 역시 개인 간의 차이가 크게 나타나므로 지문 현출에 다양한 방법이 요구되어 진다.

**Abstracts:** Sweat contents were investigated for using those data to forensic purpose. The experiments of identifying sweat contents were as follow: 1) measurement of amino acids (aspartic acid, serine, glycine etc) by HPLC, 2) anions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ , and  $\text{SO}_4^{2-}$ ) by IC and 3) trace elements (Cu, Zn, Li, B, etc.) by ICP-MS. Amino acid contents in sweat are varied with individual samples and glycine, threonine, alanine, valine and histidine are detected as the prime one. The detected anions are  $\text{Cl}^-$  (2167~4073 ppm) and  $\text{F}^-$  (454~582 ppm) mostly. Trace elements of Rb, Zn and Cu are detected and those concentrations are relatively very high. The compositions of sweat can be influenced by various factors (diet, anthropometric, characteristics, physical fitness, age, gender and the state of the health).

**Key words :** forensic science, sweat, amino acid, anion, trace elements, HPLC, IC, ICP

★ Corresponding author

Phone : +82-(0)42-821-5240 Fax : +82-(0)42-822-5236

E-mail: swpark05@cnu.ac.kr

## 1. 서 론

땀은 신체 활동, 외부환경의 변화, 그리고 심리적 자극에 의해 뇌하수체 전엽에서 아드레날린 분비가 증대되어 배출되는 것이다. 현재 사용중인 지문 현출법은 땀의 특정 성분과 화학 반응하는 Ninhydrin, Iodine fuming, 1,8-diazafloren-9-one(DFO), AgNO<sub>3</sub> 법 등이 있으며, 이러한 방법들은 땀의 수분, 아미노산, 지방, 단백질, Cl<sup>-</sup> 등에 의해서 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Fig. 1).

운동을 통한 발한은 운동에 필요한 에너지 생성을 위한 대사과정 중에 발생한 체내 열을 처리하기 위해 땀을 배출시키는 것이며 사우나에서는 외부 환경의 변화에 적응하기 위한 수동적 자극에 따른 땀 배출이어서 땀 속 무기질의 농도에는 차이가 있을 것이라 생각되어 연구들이 이루어졌다. 그 결과는 Na 4346.85~4912.40 ppm, K 881.42~735.45 ppm, Cl 4179.04~4796.22 ppm 정도로 다양한 결과를 보이고 있어 계속적인 연구가 필요하다.<sup>1-3</sup> 또한 땀은 피부의 부위, 연령, 빛이나 습도 등 피부가 노출된 환경, 감정상태, 식이, 운동 그리고 유전적 요인 등에 따라 그 조성은 차이가 나며 특히 질병의 유무에 따른 건강상태에 따라서도 그 차이가 보고되었다.<sup>4-6</sup> 특히, 땀 속 니켈이나 크롬 등의 미량 원소 등의 양으로 질병진단에 응용하거나, 특정 원소 등에 많이 노출되는 사람을 구별해 내기도 한다.<sup>7-9</sup>

땀의 성분 중 염소 이온의 경우 AgNO<sub>3</sub> 방법을 사용하여 잠재 지문을 현출하는데 응용되고 있으나, 최근에는 micro X-ray fluorescence (MXRF)를 이용하여 잠재 지문중의 염소이온을 형상화하는 방법이 소개되

어 있고 이 원리는 특정 질병 진단이나 대기환경중의 오염원의 지표파악을 위한 연구로 사람의 치아 속 원소함량을 파악하는 데에도 사용되고 있다.<sup>10-12</sup>

본 연구에서는 한국 사람들의 특징적인 땀의 조성 및 분포 정도를 확인하고, 이에 따른 대상물질에 따른 잠재지문 현출 방법의 선택과 새로운 현출 방법의 연구에 기초자료로 활용하기 위하여 연구를 진행하였다.

## 2. 실험

### 2.1. 기구 및 시약

아미노산의 함량분석은 HPLC (Agilent 1100), UV-vis 분광기(Bio-rad)를, 음이온의 분석은 Ion Chromatography (IC, Waters 2690), 양이온과 미량 원소분석은 ICP/AES (Perkin-Elmer Optima 3300DV), ICP/MS (Perkin-Elmer 6000)를 사용하고 표준물질 및 분석용 시약은 특급 이상의 시약을 정제 없이 구입하여 사용하였다.

### 2.2. 시료

땀 시료는 제공자(10명)가 운동을 하여 흐르는 땀을 수거한 후 분석실험 전까지 냉동보관 하였다. 땀 시료 제공자는 Table 1과 같다.

### 2.3. 실험방법

#### 2.3.1. 아미노산 분석

땀 중 아미노산 분석을 위한 전처리는 땀 시료를 0.25 µm syringe filter로 여과한 후, 이 용액 10 µL를 6×50 mm sample tube에 넣고 70 µL Waters AccQ·Fluor Borate Buffer 용액을 혼합하였다. 이 혼합 용액

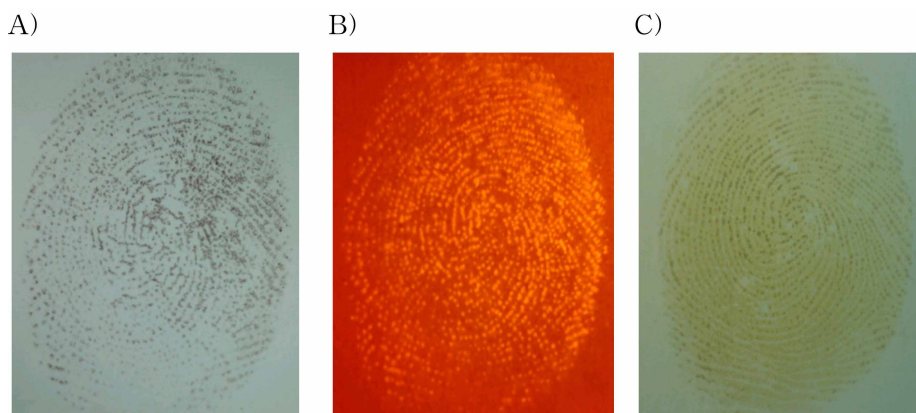


Fig. 1. Examples of latent fingerprint developing with Ninhydrin (A), DFO (B) and Iodine fuming (C) by AFIS.

Table 1. Identification of sweat donors

Sample No.	Gender	Ages	Smoking	Occupation
1	Male	>40	No	police
2	Female	>40	No	student
3	Male	>20	No	student
4	Male	>20	Yes	student
5	Male	>30	No	student
6	Male	>30	No	public servant
7	Female	>30	No	house keeper
8	Male	>30	Yes	public servant
9	Male	>40	No	police
10	Male	>40	No	teacher

에 20 µL Waters AccQ · Fluor Reagent를 더 첨가하여 수 분간 흔들여 주었고, 상온에서 몇 분간 방치한 다음에 55°C로 유지된 heating block에 넣고 10분간 가열하였다. 표준물질도 동일하게 유도체화하여 사용하였고 Table 2와 같은 조건으로 HPLC를 사용하여 분석하였다.<sup>13</sup> Column은 Waters Acc · Tag 3.9×150 mm, Flow rate는 1.0 mL/min, detector는 형광검출기 Ex 250 nm, Em 395 nm, injection volume은 5 µL, mobile phase는 A용액; Waters AccQ · Tag Eluent A, B용액; Acetonitrile, C용액; 탈이온수를 사용하여 분석하였다.

2.3.2. 총 단백질 분석

단백질의 함량은 Lowry의 방법<sup>14</sup>으로 Bovine Serum Albumin (BSA)를 표준 단백질로 이용하여 표준 검량선을 구하고 bradford (Bio-Rad사)시약으로 단백질과 반응시킨 후 595 nm에서 흡광도를 측정하여 그 양을

Table 3. Operating condition of Ion Chromatography(IC).

Column	IC-Pak Anion HR 4.6 × 75 mm
Flow rate	1.0 mL/min
Solvent	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> : NaHCO <sub>3</sub> (1.40 mM : 1.6 mM)
injection volume	20 µL

Table 4. ICP-AES instrument settings and data acquisition parameters

Thermo Elemental X7	
Forward power (W)	1300
Cool gas flow (L/min)	15
Aux gas flow (L/min)	0.5
Neb gas flow (L/min)	0.8
Sample uptake rate (mL/min)	1.5
Spray chamber : Impact bead, peltier cooled, 3°C	
Nebulizer: Cross-flow nebulizer	
Peak jumping acquisition parameters	
Points per peak	3

산출하였다.

2.3.3. 땀의 원소 분석

땀에 함유된 음이온의 분석은 IC를 사용하여 column은 IC-Pak Anion HR을 사용하고 conductivity detector 432, Flow rate 1 mL/min의 조건에서 분석하였고 양이온의 분석은 ICP/AES를 사용하였고 분석조건은 Table 4와 같다. 원소 분석은 ICP/MS를 사용하고 원소 분석을 위한 전처리 방법으로는 질산을 첨가하여 탈 이온화시키는 Franck Poitrasson 등의

Table 2. Operating condition of HPLC

Column	Water Acc. Tag 3.9 × 150 mm			
Flow rate	1.0 mL/min			
	Water AccQ. Tag Eluent A	Acetonitrile	D.W	
Solvent system	0 min	100	0	0
	0.5 min	99	1	0
	18 min	95	5	0
	19 min	92	8	0
	30 min	83	17	0
	38 min	0	60	40
	43 min	0	60	40
	47 min	100	0	0
	50 min	100	0	0
	Injection volume	5 µL		
Wavelength (Ex/Em)	250 nm / 395 nm			

Table 5. ICP-MS instrument settings and data acquisition parameters

Thermo Elemental X7	
Forward power (W)	1250
Cool gas flow (L/min)	13
Aux gas flow (L/min)	0.4
Neb gas flow (L/min)	0.8
Sample uptake rate (mL/min)	0.6
Spray chamber : Impact bead, peltier cooled, 3°C	
Nebulizer: Meinhard concentric	
Peak jumping acquisition parameters	
Points per peak	3

방법<sup>15,16</sup>을 응용하였고 분석조건은 Table 5과 같다. 기체의 유속은 cool gas 13.0 L/min, auxiliary gas 0.4 L/min, nebulizer gas 0.8 L/min을 사용하였으며 내부 표준물질로 Rh 및 Tl 1 ng/mL를 함께 주입하여 신호강도를 보정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

Fig. 2는 HPLC를 이용하여 땀 중 아미노산의 함량 분석에 이용된 표준물질 및 시료의 HPLC chromatogram이다. 그 양은 표준물질과의 머무름 시간 (retention time, RT)을 비교하고 농도 대비 peak 면적으로 그 양을 산출하였고 분석한 모든 아미노산의 경우 상관계수( $r^2$ )가 0.995 이상으로 양호한 상관관계를 보였다(Table 6, Fig. 3).

땀 중 아미노산의 함량은 Table 7과 같이 glycine, threonine, alanine, valine 그리고 leucine의 순으로 함량이 높았으며 개인별 아미노산 함량은 많은 차이를

Table 6. Regression line and correlation coefficient( $r^2$ ) for a.a content of sweat.

Compounds	RT	Regression line		$r^2$
		m	b	
Aspartic acid	13.963	8.017	3.188	0.9962
Serine	15.663	1.266	3.270	0.9984
Glutamic acid	16.405	9.044	3.565	0.9962
Glycine	17.878	1.303	2.431	0.9992
Histidine	18.523	2.154	1.882	0.9997
Arginine	21.446	2.094	3.305	0.9994
Threonine	21.627	2.332	3.893	0.9993
Alanine	22.293	1.699	6.616	0.9964
Proline	23.694	7.006	1.286	0.9992
Tyrosine	27.270	2.401	1.400	0.9998
Valine	28.424	2.663	6.938	0.9984
Methionine	29.031	2.370	3.639	0.9994
Lysine	32.214	1.246	5.186	0.9958
Isoleucine	32.588	3.568	7.904	0.9988
Leucine	32.938	3.827	7.781	0.9990
Phenylalanine	33.418	7.658	1.972	0.9997

m : slope

b : intercept

나타남이 관찰되었다. 6번 제공자의 경우 다른 제공자에 비해 serine 과 glycine이 다량 검출되었다. Serine은 cystine과 methionine의 상호변화 대사에 크게 관여하고 있는 아미노산으로써 DNA의 purine, pyrimidine의 신진대사에 중요하게 작용하며 식물성 단백질 식품에 다량 존재하는 아미노산으로 6번 제공자의 경우 단백질 교체율이 클 것으로 예상되며 평소 식습관(다량의 단백질 섭취)도 영향을 주었을 것이라 예상되어 제공자들의 식이조사에 대한 연구가 요구되어진다. 총

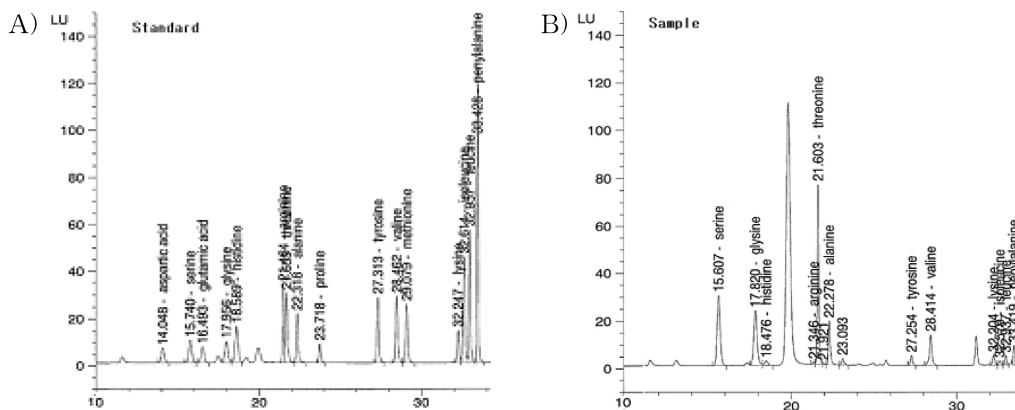


Fig. 2. HPLC Chromatogram of amino acid standards (A) and amino acid in sweat sample (B).

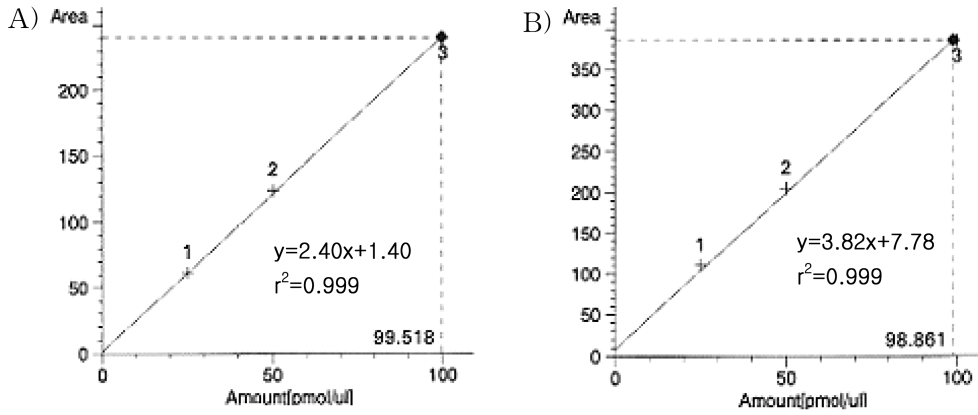


Fig. 3. Calibration curves for analysis of tyrosine and leucine content in sweat.

Table 7. Concentration of amino acid in sweat

Compounds (μL/mL)	Sample No.										Means
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Aspartic acid	0.0	0.0	4.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
Serine	0.0	0.0	14.9	0.1	0.0	31.9	0.0	0.4	0.0	0.0	1.9
Glutamic acid	0.0	2.7	3.7	0.6	0.0	0.0	0.0	12.6	0.0	5.9	1.6
Glycine	0.0	15.1	6.3	8.2	0.0	18.96	8.7	7.9	5.2	4.7	6.2
Histidine	0.0	12.0	8.7	6.7	3.5	1.9	0.0	13.2	0.9	0.6	3.8
Arginine	0.3	1.1	4.1	0.8	0.5	0.4	0.3	0.6	0.6	2.0	0.7
Threonine	0.0	10.6	5.0	9.2	1.3	26.2	5.6	5.9	0.0	1.5	4.3
Alanine	0.0	13.5	4.5	3.6	0.0	7.7	4.1	11.8	1.7	4.9	4.3
Proline	0.0	5.0	1.2	2.6	0.0	0.0	0.9	0.8	6.1	1.1	1.3
Tyrosine	0.0	3.5	3.3	3.8	0.8	2.7	3.9	4.2	2.2	1.8	2.4
Valine	0.0	8.0	2.7	2.4	2.7	5.8	7.9	5.3	4.6	5.1	4.1
Methionine	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.1	0.0	0.1
Lysine	0.0	2.1	2.8	3.9	0.0	4.1	2.9	2.7	0.2	0.0	1.6
Isoleucine	0.0	3.1	1.8	0.3	0.7	0.3	2.5	2.7	1.5	1.3	1.2
Leucine	0.0	4.3	4.2	1.5	1.1	0.8	3.0	5.7	4.6	4.0	2.6
Phenylalanine	0.0	1.4	3.7	1.6	0.0	1.1	0.9	4.0	3.3	1.1	1.5

Table 8. Total protein in sweat

Sample	1	3	4	6	8	9	Mean
Total protein (μL/mL)	76.1	70.5	122.2	46.4	59.4	59.4	(46.4~122.0) 66.4

단백질 분석 결과는 Table 8과 같이 46.4~122.0 μL/mL 이며 땀 분비가 가장 많았던 4번 제공자가 특별히 높은 함량을 보였다.

양이온의 함량은 Na이 3078.6에서 4815.6 ppm으로 가장 높았고, K은 267.3~823.9 ppm이며, Ca은 15.4~44.8 ppm으로, Mg은 4.13~8.96 ppm 으로 검출되었으며, 음이온의 경우 NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>와 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>는 검출

되지 않았고, Cl<sup>-</sup>이온이 2167~4072 ppm으로, F<sup>-</sup>이온이 454에서 582 ppm으로 검출되었다. 분석한 양이온과 음이온의 경우 검량선에서 상관계수(r<sup>2</sup>)가 0.999 이상으로 양호한 상관관계를 보였으며 Fig. 4는 분석에 사용한 표준물질과 시료의 chromatogram이다(Table 9, Table 10).

땀 중 원소 분석에 있어서는 V를 비롯하여 악티늄

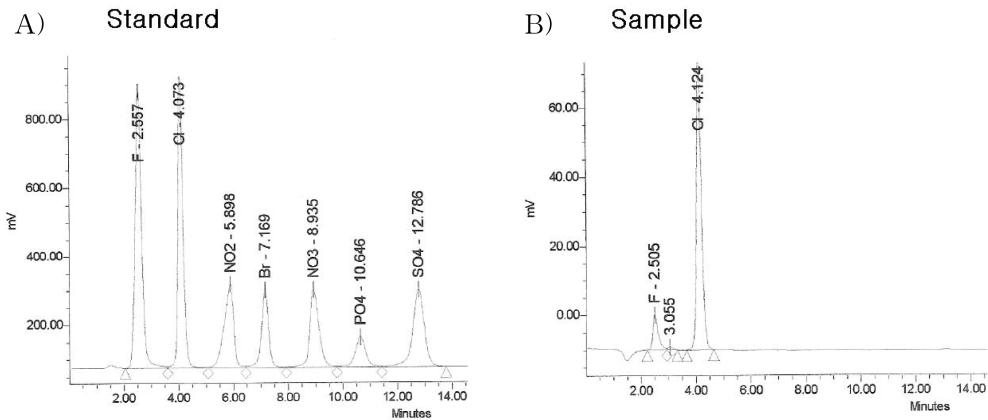


Fig. 4. IC chromatogram of anion standards (A) and anion in sweat sample (B)

Table 9. Regression line and correlation coefficient( $r^2$ ) for cation content of sweat.

Cation	Regression line		
	m	b	$r^2$
Na	3040	93.0	0.9999
K	7559	203.8	0.9999
Ca	70610	4934.8	0.9999
Mg	204100	634.0	1.0000

m : slope  
b : intercept

계열 원소인 U에 이르기까지 분석을 실시한 결과 Rb이 가장 높은 함량으로 132~824 ppb를 보였고, Zn가 90~1846 ppb, Cu는 7~415 ppb의 함량을 보였으며, 개인차이는 있었지만 B, Ba, Pb나 방사선 원소인 U도 다량 검출되는 제공자도 있었다(Table 11).

#### 4. 결 론

본 실험은 잠재지문과 관계되는 땀의 성분조사로 아

미노산 종류에 있어서는 glycine(4.7~19.0  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ), threonine(1.3~26.0  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ), alanine(0~13.5  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ), valine(0~8.0  $\mu\text{L}/\text{mL}$ )의 순으로 높았으며 개인별 다양한 함량 차이를 확인할 수 있었다. 양이온의 함량에 있어서는 Na이 3078.6~4815.6 ppm으로 가장 높은 함량을 보였고, K이 267.3에서 823.9 ppm이었으며, Ca(15.4~44.7 ppm)과 Mg(4.13~8.96 ppm)으로 조사되었다. 음이온의 경우 Cl<sup>-</sup>(2167~4073 ppm)와 F<sup>-</sup>(454~582 ppm)가 주로 검출되었다. 땀 중 원소 분석에 있어서는 Rb(132~824 ppb), Zn(90~1846 ppb)와 Cu(17~415 ppb)가 높은 함량을 보였다. Ni(7~300 ppb), B(23~693 ppb), Ba(9.97~63.6 ppb), Pb(1.10~439.14 ppb) 그리고 U(0~11.39 ppb)등이 검출되었다.

이미 본 연구실에서는 땀의 성분 조사를 토대로 잠재지문에 다량 존재하는 이온과 반응하여 형광을 띄는 몇 종의 새로운 Europium complex 합성하여 높은 현출 효과를 확인하였고 상용화를 위한 계속적인 연구가 진행되고 있다(Fig. 5).

지문과 관계되는 땀 성분의 정밀 분석은 지문의 보존, 화학적 현출법의 개선 및 새로운 현출법의 개발에

Table 10. Concentration of cation and anions in sweat

(ppm)	Sample No.					
	1	3	4	10	Means	
Cation	Na	4815.76	4745.65	3078.67	3801.61	4110.42
	K	679.30	579.01	267.31	823.9	587.38
	Ca	22.59	33.18	15.43	44.79	29.00
	Mg	4.29	8.96	4.13	4.73	5.53
Anion	Cl <sup>-</sup>	4072.8	3537.8	2167.8	3268.0	3261.60
	F <sup>-</sup>	556.6	582.0	454.0	466.8	514.85

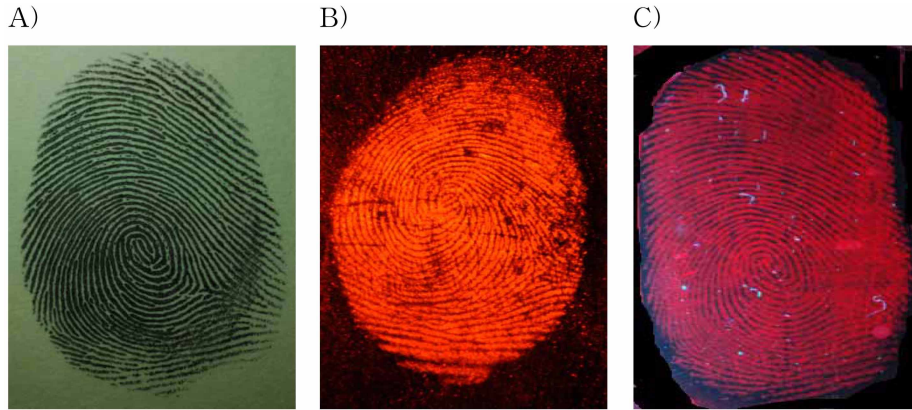


Fig. 5. Comparison of visualized latent fingerprints on ink standard (A), fluorescent powder (B) and europium (III) complex (C) under UV light by AFIS.

Table 11. Concentration of elements in sweat

Elements (ppb)	Sample No.										Means
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Li	13	2	14	3	0	0	2	3	4	1	3.50
B	158	144	30	49	23	31	31	158	693	37	79.75
V	3	21	9	15	6	5	13	3	9	9	8.63
Cr	7	33	13	51	9	12	21	26	17	11	17.75
Co	0.22	1.94	0.20	2.18	0.13	0.34	0.61	1.64	0.55	0.25	0.72
Ni	7	303	7	235	5	69	51	259	176	10	101.75
Cu	34	415	197	245	66	414	205	287	218	17	208.25
Zn	116	617	93	498	90	1846	171	1378	185	158	402.00
As	1.57	7.67	3.76	8.02	2.54	2.60	6.17	2.61	4.18	3.19	4.09
Se	3	26	12	27	8	8	21	5	15	2	12.25
Rb	198	824	206	471	315	132	373	667	723	305	407.25
Zr	0.23	0.69	0.41	1.49	0.08	0.32	0.64	0.96	2.78	0.06	0.60
Cd	0.17	8.47	0.10	1.44	0.73	3.37	2.01	2.35	1.02	0.42	1.44
Sn	0.69	3.16	0.26	3.15	0.18	1.63	4.83	11.29	2.11	1.19	2.13
Sb	0.98	19.64	0.19	1.11	0.07	0.44	0.76	15.99	0.42	0.22	2.05
Cs	0.65	1.87	0.65	1.64	0.65	0.42	0.60	3.00	3.04	0.94	1.25
Ba	31.37	63.61	31.21	30.23	3.81	28.23	17.03	31.46	12.33	9.97	23.98
La	0.02	0.16	0.04	0.75	0.03	0.06	0.44	2.55	1.57	0.92	0.50
Ce	0.04	0.21	0.06	1.25	0.09	0.13	0.63	3.73	3.02	1.05	0.81
Pb	3.57	439.14	2.47	20.46	1.10	3.64	19.62	94.90	7.90	4.87	19.68
U	10.62	0.10	11.39	0.05	1.36	0.18	1.84	0.05	0.03	0.00	1.78

있어서 중요 기초자료로서의 의미가 크므로 지속적인 연구가 요구되어진다.

(KOSEF)의 특정연구개발사업 프로그램(M10640010004-06N4001-00410)에 의해 지원되었습니다.

**감사의 글**

본 연구는 2006년도 충남대학교 학술연구비의 지원과 대한민국 과학기술부(MOST)와 한국과학재단

**참고문헌**

1. T. Hirokawa, H. Okamoto, Y. Gosyo, T. Tsuda and A. R. Timerbaev, *Analytica chimica Acta*, **581**, 83-88 (2007).

2. S. Naruse, H. I Shiguro, T. Tsuda, *Pancreas*, **28**, 80-85 (2004).
3. D. Thieme, P. Anielski, J. Grosse, H. Sachs and R. K. Mueller, *Analytica chimica Acta*, **483**, 299-306 (2003).
4. V. V. Lierde, C. C. Chery, L. Moens and F. Vanhaecke, *Electrophoresis*, **26**, 1703-1711 (2005).
5. C. palacios, K. Wigertz, B. Martin, C. M. Weaver, *Nutrition Research*, **23**, 401-411 (2003).
6. P. Mehnert, P. Brode and B. Griefahn, *International J. Industrial Ergonomics*, **29**, 343-351 (2002).
7. T. Verde, R. P. Corey and R. Moore, *J. Appl. physiol.*, **53**, 1540-1545 (1982).
8. Lee, Ju-Rip, *The korean J of physical Education*, **42**, 809-815 (2003).
9. J. Malchaire, B. Kampmann, G. Havenith, P. Mehner-tend. H. Gebhardt, *International Archives of Occupa-tional and Environmental Health*, **73**, 215-220 (2000).
10. C. G. Worley, S. S. Wiltshire, T. C. Miller, GJ. Havrilla and V. Majidi, *J. of Forensic Sci.*, **51**, 57-63 (2007).
11. A. I. Ektessabi, Y. Ota, R. Ishihara, Y. Mizuno and T. Takeuchi, *Nuc Instruments and Methods in physics Resesrch*, **241**, 681-684 (2005).
12. A. I. Ektessabi, T. Kawakami, R. Ishihara, Y. Mizuno and T. Takeuchi, *J of Electron Spectroscopy and Related Phenomena* **137**, 801-804 (2004).
13. P. Rozan, Y. H.kuo and F .Lambein, *J. Agvic. Food. Chem*, **48**, 716-723 (2000).
14. O. H. Lowry, N. J. Rose brough, A. L. Farr and R. J. Randall, *J. Biochem*, **193**, 265-269 (1951).
15. F. Poitrassou, J. M. Hanchar and V. Schaltegger, *Chem-ical Geology*, **191**, 3-24 (2002).
16. M. Tiepolo, *Chemical Geology*, **199**, 159-177 (2003).