

## PC3) 부산 일부지역 토양과 농작물의 중금속 함량에 관한 연구

정갑섭\*, 이남걸  
동명대학교 식품공학과

### 1. 서 론

토양의 오염원 중 중금속 성분은 유기물이나 영양염류와는 달리 분해가 어렵고 토양중의 각종 유기물과 결합하거나 중금속간 또는 무기물과 상호작용하여 토양에 축적되고, 장기간 잔류함으로써 작물에 전이되어 작물의 생육을 저해하고, 또한 먹이사슬을 통하여 이들 작물을 섭취하는 동물이나 인간에게 직접 또는 간접적으로 이행되어 각종 질병을 야기하는 등 심각한 위협이 되고 있다. 특히 최근 폐광 인근의 44개 지역 중 29개 지역에서 생산된 쌀, 배추 등의 농산물에서 납과 카드뮴 등 중금속이 허용기준치를 초과하여 검출되고, 감자, 고구마 등 7개 농산물에서도 허용기준치를 2~38% 초과하여 검출되면서 농산물의 중금속 오염의 심각성이 사회문제로 부상하였고, 더욱이 농산물 유통과정에서 중금속 및 유해물질에 대한 안전성 검사가 문제되어 사회적 파장을 야기시킨 바 있다.

따라서 안전하고 건강한 생활을 유지하기 위해서는 안전성이 확보된 건강한 농산물의 섭취가 필요하고, 이를 위해서는 농작물과 재배 토양의 안전성이 보장되어야 하며, 그에 앞서 농작물과 토양의 성질 및 오염상태가 구명되어야 한다.

본 연구에서는 부산지역의 농작물 재배 토양환경과 토양의 성질에 따른 몇 가지 농작물의 중금속 오염상태를 분석하고자 하였다. 토양을 채취하여 토양 중의 중금속 함량을 측정하고 이를 Clarke수와 비교함으로써 토양의 오염상태를 비교·파악하고, 재배 토양에 따른 농작물의 중금속 함량측정 및 작물 기관별 중금속 분포를 측정·비교함으로써 토양으로부터 농산물로의 이행정도를 파악하고, 기관별 축적지수 및 중금속 함량의 상관관계를 도출하며, 중금속 허용 기준치와 타지역의 토양 및 작물의 중금속 함량 자료 등과 비교함으로써 부산지역 토양 및 농작물의 중금속 오염상태 파악을 위한 기초자료로 활용코자 하였다.

### 2. 재료 및 실험 방법

#### 2.1. 시료채취 및 처리

토양시료는 대상지역의 농작물을 재배하는 4개 지점의 토양으로서, 그 구역을 대표하는 다수의 점에서 약 15cm 깊이를 기준으로 표토 및 심토를 composite sampling method로 총량 약 500g이 되도록 유리병에 채취하여, 통풍이 잘되고 직사광선이 닿지 않으며, 건조시 추가적 오염의 우려가 없는 장소에서 약 1주일간 자연풍건한 후 체목 20mesh 체를 통과시키고, 원뿔사분법에 의하여 약 100g을 취하여 분석용 시료로 하였다.

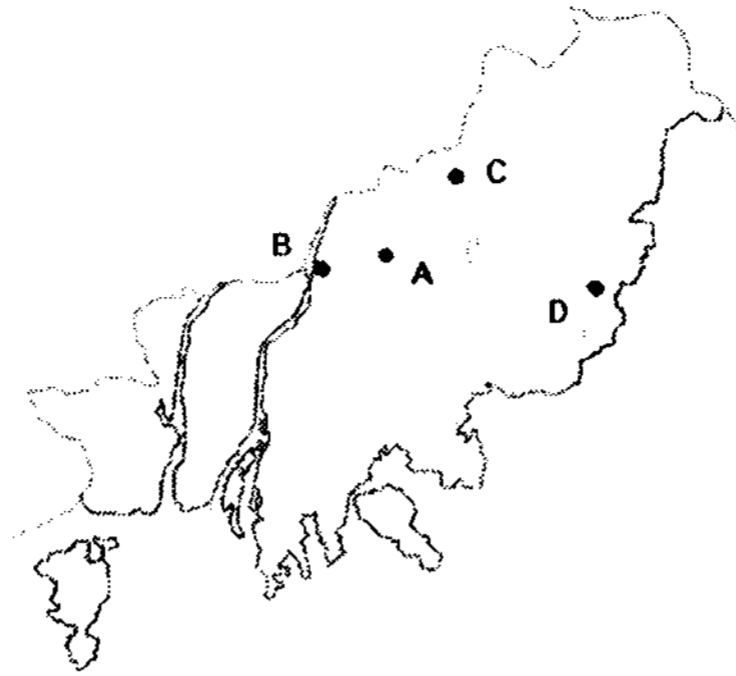


Fig. 1. Sampling site in Busan area.

작물시료는 대상 토양 채취지점에서 고른 분포를 갖도록 넓은 범위에서 채취하여 먼저 수세하여 이물질 제거하고, 분석부위(또는 가식부위)를 선별하여 증류수로 세척한 후 토양시료와 동일하게 건조시킨 다음 다시 80℃의 건조기로 2시간 건조하고, blender로 분쇄하여 균질화한 후 20mesh체를 통과한 건조분말을 원뿔사분법으로 약 100g을 취하여 분석용 시료로 사용하였다.

## 2.2. 분해 및 정량분석

채취된 토양시료 10g을 삼각플라스크에 취하고, 0.1N 염산용액 50ml를 가하여 실온에서 1시간 동안 수평왕복진탕기로 분당 100회의 속도로 진탕한 다음 Whatman GF/C여과지로 흡인여과하고 그 여액을 ICP 측정용 시료용액으로 하였다. 분석대상 중금속으로는 납, 카드뮴, 구리, 아연 및 망간 등 5종으로 하였다.

그리고 작물시료는 질산-황산에 의한 분해법으로 분해하였다. 즉 채질된 시료 5g을 200 ml 용량의 분해플라스크에 주입하고, 증류수 50ml와 질산 20ml를 가하여 시계접시로 뚜껑한 다음 hot plate상에서 80℃로 가열분해하다가 다시 황산 10ml를 첨가한 다음 용액의 색깔이 미황색이 될 때까지 소량의 질산을 첨가하면서 가열분해하였다. 분해가 끝나면 방냉하여 냉각한 후 Whatman GF/C 여과지로 흡인여과하고, 여액 중 25ml를 취하여 증류수로 50ml로 정용한 다음 ICP 측정용 시료용액으로 하였으며, 표준액에 의한 검량선과 비교하여 함량을 산출하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 토양 중의 중금속 함량

조사지점에서 금속 함량분포는 납은 1.65~4.36ppm, 카드뮴은 0.05~0.09ppm, 구리는 0.44~1.35ppm, 아연은 6.33~11.09ppm, 그리고 망간은 8.40~19.39ppm의 범위로서 전반적으로 낮은 함량을 보이고 있고, 각 지점에서 토양 중의 중금속 함량분포는 Mn>Zn>Pb>Cu>Cd의 순으로 감소하는 분포였다. 이 분포는 하우스 토양인 B, C지점의 함량과 로지인 A, D지점과의 함량 비교에서도 함량 순서에 차이가 나타나지는 않고 동일한 분포를 보였다. Pb의 함량이 가장 높은 곳은 A지점이었고, Cd함량은 B와 C지점에서, Cu는 B지점에서, Zn은 B지점에서 그리고 Mn은 D지점에서 가장 함량이 높은 것으로 조사되었다.

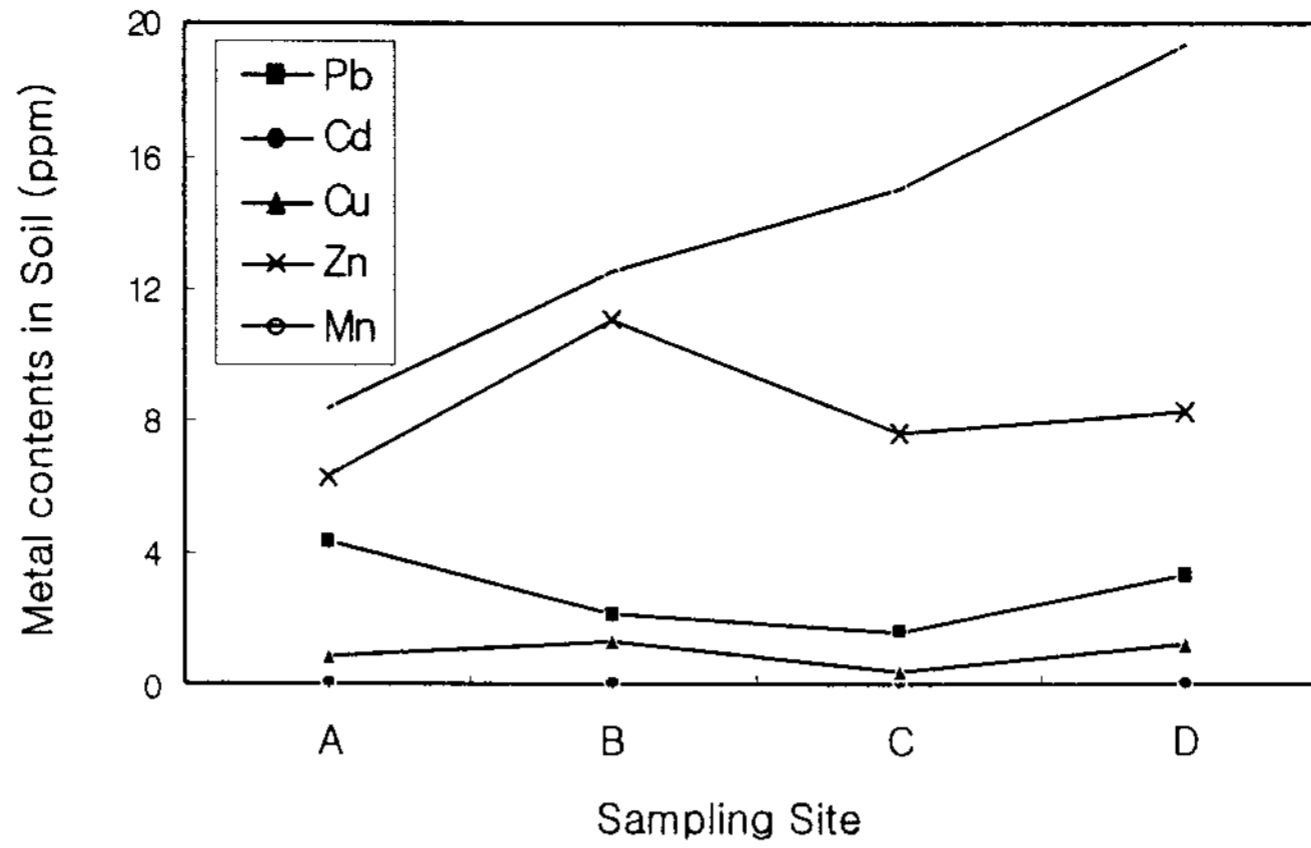


Fig.1. Contents Distribution of Heavy Metals with Sampling Site.

### 3.2. 농작물 중의 중금속 함량

4지점에서 채취된 작물은 상추, 배추, 시금치, 무 및 무뿌리 등 근채류와 엽채류로 구성되어 있고, 채취 지점별 작물의 종류 및 중금속 함량 분석치는 Fig.2와 같고, 토양으로부터 작물로의 평균 이행률은 Table 1과 같이 나타났다.

작물 중의 각 금속 함량을 비교하면 아연의 평균함량이 최대이고 카드뮴 함량이 최소로서, 아연(7.30ppm) > 망간(4.35ppm) > 구리(0.53ppm) > 납(0.19ppm) > 카드뮴(0.04ppm)의 순으로 함량분포를 나타내었다. 토양의 중금속 함량분포는 망간(13.82ppm) > 아연(8.33ppm) > 납(2.89ppm) > 구리(0.99ppm) > 카드뮴(0.03ppm)의 순으로서 토양과 작물 중의 중금속 함량관계가 정비례하지는 않는 것으로 나타났다. 토양으로부터 작물로의 이행률 크기는 아연 > 카드뮴 > 구리 > 망간 > 납의 순서로서 이행률 역시 토양 및 작물 중의 중금속 함량과 이행률 간에 정비례하지는 않았다. 이것은 시료채취 지점간 비교 작물의 종류가 다르고, 각 작물이 흡수하는 중금속의 정도가 다르며, 각 지점의 상태가 노지이거나 비닐하우스인 점 등 다양한 요인에 기인하는 것으로 생각된다.

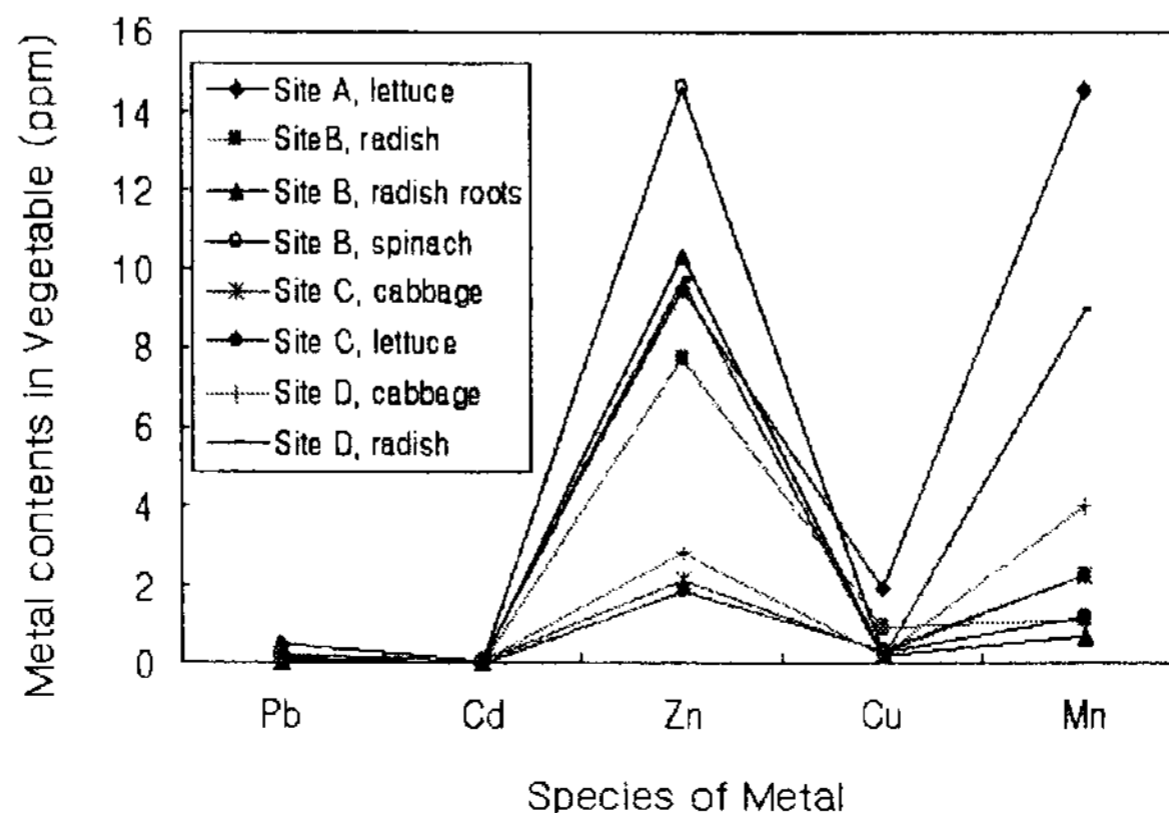


Fig. 2. Distribution of metal contents in vegetable at each sampling site.

Table 1. Distribution of Metals in Soil and Vegetable.

Contents(ppm)	Metal	Pb	Cd	Zn	Cu	Mn
	Soil		2.89	0.07	8.33	0.99
Vegetable		0.19	0.04	7.30	0.53	4.35
Transition Ratio		6.6%	57.1%	87.6%	53.5%	18.7%

#### 4. 요약

부산 일부지역 토양의 중금속 오염과 농작물로의 전이에 의한 중금속 오염을 측정하고자 산분해에 의한 함량분석을 실험하였다. 대상지역 토양의 pH는 5.62~ 6.71의 범위였으며, 평균 중금속 함량은 0.05~19.39ppm의 범위에서 Mn(13.82ppm)>Zn(8.33ppm)>Pb(2.89ppm)>Cu(0.99ppm)>Cd (0.07ppm)의 분포로 나타났고, 조사대상 중금속의 토양중의 함량은 모두 Clarke수보다 작은 값으로 측정되어 오염도가 낮은 상태였다. 농작물에는 Cd(0.04ppm) <Pb(0.19ppm)<Cu(0.53ppm)<Mn (4.35ppm)<Zn(7.30ppm)의 순으로 함량이 증가하였으며, 토양으로부터 작물로의 평균 이행률은 Pb 6.6%~Zn 87.6%의 범위였다.

#### 참 고 문 헌

- 박문기, 김정호, 2006. 경북지역 인삼 재배환경 중 중금속의 잔류, 한국환경과학회지, 제15권, pp.163-167.
- 장석우, 김성길, 강주찬, 2002. 카드뮴 장기노출에 따른 넙치의 기관별 축적, 한국수산학회지, 제35권, pp.480-484.
- 김복영, 1995. 토양중 중금속함량이 파, 상치의 중금속 흡수 및 생육에 미치는 영향, 한국환경농학회지 제14권, pp.253-262.
- 김명찬, 성낙계, 심기환, 이민효, 이재인, 1981. 진주지방의 원예작물 중 중금속함량, 한국식품과학회지, 13권, pp.299-306.