

道路邊에隣接한耕作地土壤 및作物體中의鉛汚染

第2報 耕作地土壤中의鉛含量과作物體中鉛含量과의關係

李錫俊·金章億*

Pollution of Pb in paddy field soil and rice plants at roadside areas

II. A study of the relationship between the content of Pb in paddy field soil and rice plants

Seog-June Lee and Jang-Eok Kim*

Abstract

The object of this stduy was to investigate the pollution by Pb in rice plants which were cultivated in paddy field soils located near roadside areas and to discover the relationship between lead content in rice plants and soils.

Samples of soils and rice plants were collected directly from paddy fields at various distances from highways and expressways located in Kyungpook province.

The results obtained were as follows :

1. The average content of Pb in each part of the rice plant was 12.8ppm in roots, 4.8ppm in leaves, 4.3ppm in stems, and 0.4ppm in brown rice.
2. The content of Pb in roots showed highly positive correlation with the Pb content of the soil.
3. The Pb content in stems, leaves, and brown rice showed positive correlation with the Pb content in roots.
4. The content of organically bounded, carbonate, and sulfide Pb in soils showed highly positive correlation with the Pb content in roots.
5. The absorption ratio showed positive correlation with soil pH and negative correlation with the content of Fe in soils.

* 慶北大學校 農科大學 農化學科

*Department of Agricultural Chemistry, College of Agriculture, Kyung-pook National University,
Daegu 702-701, Korea*

材料 및 方法

緒論

農業의側面에서의環境污染은一般的으로土壤污染, 水質污染, 大氣污染等으로 크게區分할수 있으며, 土壤污染은 土壤中에特定物質의濃度가 어느限界以上으로높아져土壤의理化學的性質을惡화시키거나作物의生育에支障을招來하여 이를攝取하는人間의健康에害作用을誘發하게되는環境污染의一種이다.^(1, 2) 土壤污染은大氣및水質污染과는달리적어도그土壤의陽이온 및陰이온置換容量만큼污染物質이蓄積될수있으며, 污染된土壤에서生產된農產物을攝取하는人畜에害作用을誘發하므로間接污染이라고도할수있다. 土壤污染의原因物質로는有機物, 無機鹽類, 合成化學物質, 重金屬類等을들수있으며, 그중重金屬類는 다른污染物質과는달리土壤中에長期間殘留되면서農作物에吸收蓄積되어Food-chain을通하여結局은人畜에蓄積이되게되므로作物體에依한土壤中重金屬의吸收移行에關해서는 많은研究結果가報告되어있다.^(3~8) 植物의뿌리를通한鉛의吸收는土壤中에存在하는Phosphate, Organic matter, Lime等의成分에依하여減少되고土壤內可溶性鉛의含量도減少한다고報告되어있으나^(7, 9) 아직까지뚜렷한結論을내리지못하고있다. 最近에와서는Fe不足時植物의뿌리에서Fe에對해特別한Affinity를가진Phytosiderophore라는有機物質을分泌하여Fe를吸收한다는事實을밝혀내고이에對한研究가활발히進行中에있다.⁽¹⁰⁾

道路邊에隣接한耕作地土壤이自動車排氣ガス에包含된鉛化合物에依하여污染이되게되면污染된土壤에서耕作되는作物體에도影響을미칠것으로생각되어前報⁽¹¹⁾에서의道路隣接土壤中鉛含量 및化學的形態別分布資料를基礎로하여, 本研究에서는道路邊에서隣接한耕作地에서收穫된水稻作物體를뿌리, 줄기, 잎 및 현미등으로區分하여各部位別鉛含量을調査하고, 水稻作物體의鉛吸收에影響을미치는여러가지要因들을調査하여作物體中鉛含量과의相關關係를究明하고자하였다.

1. 實驗材料

本研究에使用된水稻作物體試料는前報⁽¹¹⁾의Fig. 1과같이道路邊에隣接한18個地點에서道路로부터의距離別로區分하여採取하였다. 採取한試料는蒸溜水로깨끗이씻어表面의異物質을除去한다음뿌리, 줄기, 잎 및 현미等으로區分하여80~90°C에서12時間乾燥後本研究에使用하였다.

2. Pb分析

水稻作物體試料中의鉛含量은현미5g, 잎, 줄기및뿌리는各2g씩250mL삼각플라스크에稱量한다음300°C의회화로에서6hr회화시킨後Conc. HNO₃20mL, Conc. HClO₄10mL를加하여Hot-plate上에서分解液의色이거의白色을띨때까지加熱分解시킨다음TOYO濾紙No.5B로濾過하여이濾液을強熱로濃縮乾固시키고, 1N-NHO₃로溫浸抽出하여鉛의濃度를Hilger Analytical H1580原子吸收分光分析機로283.3nm의波長에서air-C₂H₂불꽃으로定量分析하는乾式法과濕式法을並行하여遂行하였다.

結果 및 考察

1. 作物體中의鉛含量

本研究에使用된水稻作物體試料中의鉛含量은Table 1에나타내었다.

本研究結果18個地點에서平均한作物體試料의各部位別鉛含量(Range)은뿌리에서12.8ppm(6.6~24.1)으로가장높았고, 잎 및 줄기에서各各4.8ppm(0.5~9.8), 4.3ppm(1.5~9.3)으로거의비슷하게나타났으며, 현미에서0.4ppm(0.1~0.9)으로가장낮게나타났다. 本研究結果水稻作物體中의鉛含量은뿌리>잎>줄기>현미의順으로나타났는데이는伊等⁽²³⁾이水稻作物體部位別Cd의蓄積정도는뿌리>줄기>잎>현미의順으로蓄積이減少한다는報告와는多少差異를보이고있으나Cd의供給源이培養液뿐인水耕栽培에서의蓄積様

Table 1. Lead content in rice plants with different distance from roadside.

Sampling sites	Distance from roadside (m)	Lead content (ppm)*			
		Brown rice	Leaves	Stem	Root
Daesin	10 >	0.5±0.2	7.7±0.8	4.0±0.4	10.2±0.8
	10-30	0.4±0.2	5.6±0.4	5.6±0.4	9.4±0.9
	30-50	0.5±0.1	5.6±0.4	5.7±1.3	10.2±1.7
	50 <	0.3±0	4.8±1.3	6.9±0.6	8.6±0.9
Seogjeog	10 >	0.6±0.1	5.8±1.1	5.2±0.7	14.3±1.8
	10-30	0.5±0.1	4.3±0.9	4.9±0.4	13.2±2.6
	30-50	0.6±0.2	8.5±2.1	4.9±0.4	17.9±1.1
	50 <	0.6±0.3	7.3±0.8	6.7±1.8	15.8±3.3
Bulro- dong	10 >	0.5±0.2	8.3±2.4	9.1±1.1	16.5±2.9
	10-30	0.2±0.1	8.3±1.6	8.0±0.4	13.2±3.0
	30-50	0.3±0.2	8.3±0.9	9.0±0.5	14.3±2.1
	50 <	0.5±0.2	8.3±1.2	7.5±0.5	13.2±1.4
Jinryang	10 >	0.4±0.2	6.4±0.7	3.9±1.1	11.8±1.8
	10-30	0.3±0.2	6.4±0.7	7.5±2.5	11.8±2.5
	30-50	0.7±0.1	3.9±0.4	3.9±0.4	11.1±0.4
	50 <	0.7±0.1	5.0±1.0	3.2±0.4	7.2±0.7
Daechang	10 >	0.1±0	7.2±0.6	6.1±0.5	15.8±0.6
	10-30	0.3±0.2	7.7±1.1	6.6±0.6	15.2±0.7
	30-50	0.5±0.1	6.6±2.2	5.0±0.6	15.2±1.1
	50 <	0.5±0.2	4.5±1.1	4.5±0.4	17.0±0.5
Geon- cheon	10 >	0.3±0.2	6.9±0.9	4.4±0.9	9.0±1.3
	10-30	0.1±0	5.2±0.8	3.6±1.7	9.0±0.4
	30-50	0.6±0.2	4.8±0.4	3.2±0.4	11.5±0.4
	50 <	0.3±0.2	5.2±0.6	1.5±1.3	7.7±0.8
Nongong	10 >	0.7±0.2	3.9±1.3	3.0±0.5	11.4±0.9
	10-30	0.3±0.1	3.5±1.0	3.9±0.5	13.2±0.9
	30-50	0.3±0.1	2.6±0.6	3.1±1.4	12.7±1.3
	50 <	0.2±0.2	2.1±0.4	2.1±1.3	6.6±0.5

Continued Table 1.

Sampling sites	Distance from roadside (m)	Lead content (ppm)*			
		Brown rice	Leaves	Stem	
Koryoung	10 >	0.8±0.2	4.1±0.9	2.8±1.3	11.7±0.9
	10-30	0.5±0.2	4.5±0.4	5.0±1.7	12.1±0.4
	30-50	0.9±0.3	3.3±0.4	4.1±2.6	10.9±0.9
	50 <	0.7±0.2	2.8±0.4	4.1±0.9	8.7±1.3
Seodaegu	10 >	0.3±0.2	4.7±1.4	3.6±0.5	9.9±0.9
	10-30	0.2±0.1	4.7±2.2	3.4±0.5	9.9±1.9
	30-50	0.2±0.2	2.8±0.7	3.9±0.5	9.0±1.9
	50 <	0.2±0.2	4.5±1.7	3.8±0.7	8.8±0.5
Hyun- poong	10 >	0.2±0.2	0.9±0.4	2.9±0.8	9.0±0.4
	10-30	0.2±0.2	1.3±0.6	4.6±0.9	9.4±0.4
	30-50	0.2±0.2	0.5±0.2	2.9±0.8	9.4±0.8
	50 <	0.1±0.1	1.3±0.8	2.9±0.8	8.0±0.8
Dong- myoung	10 >	0.5±0.2	2.8±0.4	3.7±0.4	10.4±1.3
	10-30	0.3±0.3	3.3±0.9	2.4±0.9	8.3±0.4
	30-50	0.2±0.2	3.3±0.5	2.0±0.4	8.3±2.5
	50 <	0.2±0.2	2.8±1.3	2.8±1.3	8.8±1.3
Byoungsoo	10 >	0.4±0.2	2.9±0.7	4.0±0.8	14.9±1.0
	10-30	0.4±0.3	2.4±0.8	4.0±1.0	13.3±1.4
	30-50	0.6±0.2	1.8±0.8	4.3±1.0	13.8±2.5
	50 <	0.1±0.1	2.1±0.4	3.4±0.4	8.6±0.7
Hayang	10 >	0.7±0.4	3.5±1.8	3.0±0.5	14.0±0.9
	10-30	0.7±0.4	5.2±1.8	3.9±0.5	13.8±0.5
	30-50	0.5±0.2	2.6±0.9	3.0±1.3	14.0±0.9
	50 <	0.5±0.2	3.9±0.5	3.9±0.5	13.3±0.4
Young- cheon	10 >	0.2±0.1	5.5±0.6	4.5±0.7	14.9±1.4
	10-30	0.1±0.1	5.0±0.9	3.8±0.9	14.6±0.7
	30-50	0.3±0.2	5.3±0.4	3.8±0.3	12.9±3.0
	50 <	0.3±0.1	5.0±1.3	3.3±0.6	12.9±1.0

Continued Table 1.

Sampling sites	Distance from roadside (m)	Lead content (ppm)*			
		Brown rice	Leaves	Stem	Root
Kyoungju	10 >	0.6±0.1	5.6±0.3	3.7±0.3	11.4±1.1
	10~30	0.6±0.2	4.2±0.9	3.0±0.7	11.7±2.1
	30~50	0.7±0.2	4.4±0.3	2.8±0.3	17.3±3.5
	50 <	0.2±0.2	3.3±0.6	2.6±0.6	12.2±0.4
Ankang	10 >	0.5±0.2	4.0±1.0	5.0±1.0	16.5±0.5
	10~30	0.4±0.3	2.5±0.5	4.0±1.0	16.5±0.5
	30~50	0.4±0.3	3.5±0.5	3.5±0.5	15.5±0.5
	50 <	0.4±0.2	3.0±1.0	2.5±0.5	14.5±0.5
Yeonho	10 >	0.5±0.2	9.4±0.9	5.1±0.5	14.3±0.5
	10~30	0.6±0.2	9.8±0.7	4.7±0.6	13.6±0.5
	30~50	0.6±0.2	9.0±1.0	4.7±0.4	12.4±0.5
	50 <	0.4±0.1	8.6±1.1	4.3±0.5	10.9±0.5
Cheongdo	10 >	0.6±0.2	6.8±0.5	9.3±2.1	21.1±0.5
	10~30	0.6±0	6.8±0.5	6.8±0.5	24.1±0.5
	30~50	0.3±0.1	7.8±0.5	3.7±1.5	24.1±2.6
	50 <	0.8±0.2	2.7±0.5	3.2±1.0	17.5±2.0

* Each value is the mean of triplicate ± standard deviation

相과는 달리 本 調查에서 Pb供給源은 土壤뿐만 아니라 大氣中으로 飛散된 鉛化合物이 잎에 直接蓄積이 될 수 있으므로 잎에서의 鉛含量이 줄기에서의 鉛含量보다 높게 나타났을 것으로 推測된다.

현미中 平均 鉛含量 0.4ppm은 孫⁽¹²⁾ 等이 調査한 韓國產 현미中 平均 鉛含量 0.42ppm과 類似한 傾向을 나타내었으며 國際食品規格上 糖類中 鉛許容量 2ppm⁽¹³⁾과 우리나라에서 規制하는 현미中 制限鉛含量 1ppm⁽¹⁴⁾을 超過하는 境遇는 없었으나, 一部地域에서 規制値에 近接하는 높은 含量이 나타났으므로 이에 對한 對策이 있어야 할 것으로 생각된다.

Daines^(15, 16)等에 依하면 自動車 燃燒裝置에 依해 大氣中으로 飛散되는 鉛化合物의 크기는 約 85% 가량이 4μm 以下로 作物體의 氣孔이 열렸을 時

氣孔을 통하여 잎에 蓄積될 수 있다 하여 잎에서의 鉛含量이 상당히 높을 것으로豫測하였으나, 本研究結果에서는 줄기에서와 거의 類似하게 나타났을뿐 두드러진 蓄積傾向은 나타나지 않았다.

2. 土壤中 鉛含量과 作物體中 鉛含量과의 關係

作物體가 生育에 必要없는 鉛과 같은 重金屬을 吸收하는 理由에 關해서는 明確히 밝혀져 있지 않다. 이는 植物의 種과 環境要因에 따른 數많은 變數가 있기 때문이며 또한 植物의 이온吸收 Mechanism이 아직까지 究明되어 있지 않기 때문이라고 생각된다. 土壤中 重金屬의 Critical level을 決定하는데 있어서는 重金屬 抽出方法의 多樣性과 土壤의 物理化學的 特性에 따라 큰 差異를 나타낼 수 있으므로 그 範圍를 限定하는데 어려움이 있으나,

土壤에 약 250ppm의 Pb를 더해 주었을 때 20%의 收穫量이 減少되었으며, 全 鉛含量이 400~500 ppm인 土壤에서 栽培한 水稻作物體에 害作用이 나타나는 것으로 報告되어 있다。⁽²⁵⁾ 土壤中의 重金屬이 作物體로 吸收되는데는 여러가지 環境要因들이 影響을 끼칠 수 있으며, 培養地에서 重金屬의 濃度, pH, 酸化還元電位, 溫度 等의 環境要素가 關與하며 代謝沮害劑나 重金屬相互間에도 拮抗作用 및 上昇作用이 存在한다고 報告되어 있다。⁽¹⁷⁾ 本 研究結果에서는 土壤中 鉛含量이 增加할수록 水稻 뿌리中의 鉛含量도 增加하는 傾向을 나타내었다. 土壤中 鉛含量은 뿌리中 鉛含量과 Fig. 1과 같이 正의 相關이 나타났다. 이와 같은 結果에서 水稻作物體에 依한 土壤中 鉛의吸收는 土壤中 鉛濃度에 크게 影響을 받는다는 것을 推測할 수 있다.

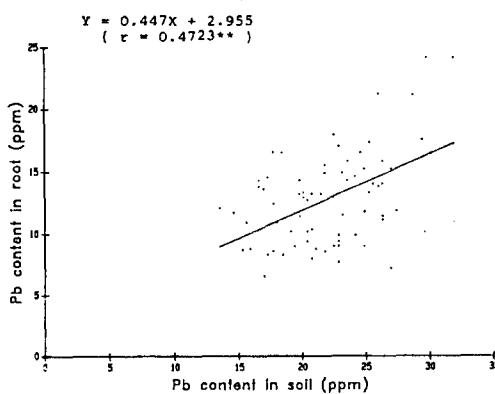


Fig. 1. Relationship between content of Pb in root and soil.

줄기, 잎 및 현미中 鉛含量은 土壤中 鉛含量에 아무런 影響을 받지 않는 것으로 나타났다. 이와 같은 結果는 현미中의 重金屬含量은 作物의 吸收能力에 一次的으로支配되며,⁽¹⁸⁾ 또한 土壤中에 存在하는 Pb가 水稻의 뿌리를 通하여 吸收되어 各部位로 移行되는 過程이 아직까지 明確히 밝혀져 있지 않고 數 많은 環境要因들이 同時に 作用하므로 이러한 變數들의 作用이 土壤中 鉛含量이 미치는 影響의範圍보다 더 큰 影響을 끼치기 때문일 것으로 推測된다.

3. 뿌리中 鉛含量과 줄기, 잎 및 현미中 鉛含量과의 關係

水稻作物體는 多樣한 形態의 土壤과 여러가지 環境要因들이 複合的으로 作用하는 環境속에서 자라기 때문에 重金屬의 移行에 影響을 미치는 因子들을 調查하는데에는 상당한 어려움이 있으며, 水稻作物體에 害作用을 나타내는 뿌리中 鉛의 濃度는 300 ppm에서 9,000ppm정도로 範圍의 差가 상당히 큰 편이며 作物體內에서 重金屬의 移行은 生育環境이나 品種에 따라 달라질 수 있으므로 여러가지 서로 다른 結果가 나타날 수 있다。⁽⁸⁾ 또한 植物體內에서 重金屬의 移行은 重金屬의 種類에 따라 다르게 나타날 수 있으며 重金屬相互間에도 吉抗作用 및 上昇作用이 存在하는 것으로 報告되어 있다。⁽²⁶⁾

水稻作物體內 Pb의 移行에 뿌리中 鉛含量이 미치는 影響의 範圍를 調査한 結果 뿌리中 鉛含量이 增加할수록 줄기, 잎 및 현미中 鉛含量도 增加하는 傾向을 나타내었다. 뿌리中 鉛含量과 各 部位別 鉛含量과의 關係에서 줄기, 잎 및 현미中 鉛含量과는 Fig. 2, 3, 4와 같이 正의 相關이 나타났다.

이와 같은 結果에서 水稻作物體 뿌리中의 鉛含量은 줄기, 잎 및 현미中 鉛含量에 影響을 끼친다는 것을 알 수 있다.

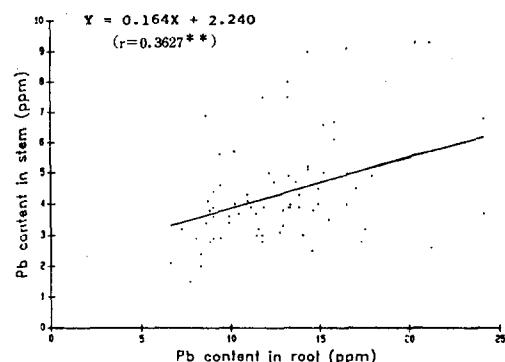


Fig. 2. Relationship between content of Pb in stem and root.

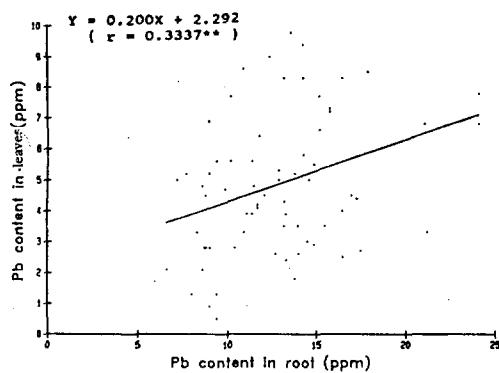


Fig. 3. Relationship between content of Pb in leaves and root.

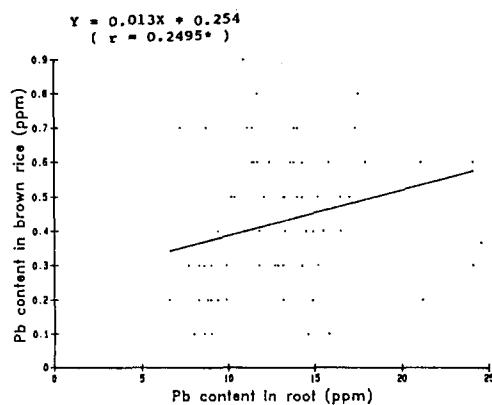


Fig. 4. Relationship between content of Pb in brown rice and root.

4. 土壤中 鉛化合物의 化學的 形態와 뿌리중 鉛含量과의 關係

土壤中 鉛化合物의 化學的 形態別 含量과 뿌리중

鉛含量과의 關係를 調査한 結果는 Table 2에 나타
내었다.

Table 2. Regression equations and correlation coefficients between content of Pb in root and Pb fractions.

Dependent (Y)	Variable		Regression	Coef. (r)
		Independent (X)		
Content of Pb in root (ppm)	Exchangeable fraction (ppm)		$Y=1.01X+10.8$	0.1840
	Orga-bounded fraction (ppm)		$Y=0.72X+6.3$	0.3598**
	Carbonate fraction (ppm)		$Y=0.98X+6.3$	0.4238**
	Sulfide fraction (ppm)		$Y=1.19X+7.2$	0.3181**
	Residual fraction (ppm)		$Y=-0.37X+12.2$	0.0898

* * : Significant at 1% probability level.

土壤中 鉛化合物을 化學的 形態別로 分類하는 가장 important한 理由는 鉛의 化學的 形態가 作物體로의吸收에 어떠한 影響을 미치는가를 알아보고자 하는데 있다. 本研究結果 有機態, 炭酸態 및 黃酸態形態의 鉛含量이 增加할수록 뿌리중 鉛含量도 增加하는 傾向을 나타내었으나, 換置態 및 不溶態形態의 鉛含量은 뿌리중 鉛含量과 關聯하여一定한 傾向이 나타나지 않았다. 土壤中에 存在하는 重金

屬을 作物體가 吸收할 수 있는 可溶態와 作物體가吸收할 수 없는 不溶態로 區分하는 뚜렷한 基準은確立되어 있지 않으나, 一般的으로 作物體가吸收하기 어려운 形態라고 알려져 있는 有機態, 炭酸態 및 黃酸態形態의 鉛含量이 增加할수록 뿌리중 鉛含量이 增加하는 傾向을 나타내는 것으로 보아 이 러한 形態의 鉛化合物들이 뿌리로의吸收에 影響을 끼치는 것으로 생각된다. 이와 같은 結果는 Phytosi-

derophore의存在와關聯하여植物의뿌리에서Fe吸收를위해分泌되는Mugineicacid가뿌리부근의重金屬과Chelate를形成하여植物의뿌리로再吸收하는것으로推測할수있다.^(10, 27)植物의뿌리에依한土壤中鉛의吸收가뿌리에서分泌되는有機物質에依하여溶解되어吸收된다면이러한有機物質들이어떠한形態의鉛化合物까지를溶解시킬수있는가는아직까지밝혀져있지않으므로이와關聯하여서는앞으로많은研究가뒷받침되어야할것으로생각된다.

置換態形態는植物體로吸收가容易하다고알려져있으므로뿌리中鉛含量과높은正의相關을보일것으로豫想하였으나本調查結果에서水稻뿌리중鉛含量은置換態形態의鉛含量에影響을

받지않는것으로나타났다.이와같은結果는置換態形態의鉛含量이너무낮기때문일수있으며,또한置換態形態는pH,酸化還元電位等의生育條件에따라變化가深한不安定한形態이므로水稻生育期間에土壤pH,酸化還元電位等이變하여置換態鉛이다른形態의鉛으로變하기때문이라고推測된다.⁽¹⁹⁾

5. 土壤의物理化學的特性과鉛吸收率과의關係

土壤의物理化學的特性과水稻의鉛吸收率과의關係를調査한結果는Table 3에나타난바와같다.

Table 3. Regression equations and correlation coefficients between absorption ratio and soil properties.

Variable		Regression	Coef. (r)
Dependent (Y)	Independent (X)		
Absorption ratio**	pH	$Y = 0.07204X + 0.19221$	0.235*
	OM	$Y = 0.01298X + 0.56169$	0.047
	CEC	$Y = -0.00388X + 0.64290$	-0.124
	P	$Y = 0.00002X + 0.56640$	0.069
	Fe	$Y = -0.00001X + 0.76049$	-0.271*

* Significant at 5% probability level.

** Absorption ratio=Pb content in root/in soil.

土壤의物理化學的特性이鉛吸收率에미치는影響을調査하기위하여土壤pH, OM, CEC, P및Fe와鉛吸收率과의關係를調査한result,土壤pH가增加할수록鉛吸收率은增加하는傾向을나타내었으며,土壤中Fe含量이增加할수록水稻의鉛吸收率은減少하는傾向을나타내었다.有機物含量, CEC 및總磷酸含量은水稻의鉛吸收率과關聯하여一定한傾向을보이지않았다.水稻의鉛吸收率은土壤pH와關聯하여Fig.5와같이正의相關을나타내었으며, Fe含量과關聯하여Fig.6과같이負의相關을나타내었다.

Petruzzelli等^(4, 5)은Compost의施用으로因하여土壤中의重金屬含量이增加하였음에도不拘하고Compost의높은pH(7.0)가土壤의pH(5.8)를上昇

(0.5 pH unit)시켜重金屬의Availability를減少시킴으로作物體로의吸收를크게增加시키는것은아니라고報告하였고, Rolfe⁽³⁾는土壤中Phosphate에依해作物體로의鉛吸收가거의半으로減少하였다고報告하였으며, Maclean等^(6, 7)에 따르면作物體에依한土壤中鉛의吸收는土壤中에存在的Phosphate, Organic matter, Lime等의成分에依하여減少된다고報告하였으나,本調查result에서는土壤pH가上昇할수록鉛吸收率은增加하는傾向을타나내었고Phosphate 및有機物과關聯하여서는減少하는傾向이나타나지않았다.一般的으로土壤pH가낮을수록중금속의Solubility가增加되므로作物體로의吸收를增大시킨다고알려져있으나,本研究에使用된土壤試料의pH範圍(4.6~6.5)내

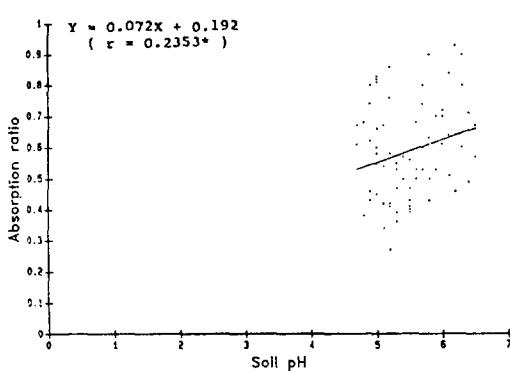


Fig. 5. Relationship between absorption ratio and pH.

에서 pH가增加할수록 鉛吸收率도增加하는 것으로 나타났다. 이는 첫째로, 重金属의 Solubility는 각 금속마다多少의 差異가 있으며 鉛의 Solubility는 本研究에 使用된 土壤試料의 pH範圍내에서 거의 差異를 보이지 않으며 둘째로, Kitagishi 等^(20, 21)의 報告에서와 같이 낮은 pH에서 鉛의 吸收가 H⁺ion과의 競爭으로 因하여 減少되거나 또는 Membrane透過性의 異狀으로 因하여 吸收가 減少하는 것으로 생각된다.

土壤内에 Fe含量이增加할수록 뿌리의 鉛吸收率은 減少하는 傾向을 나타내었다. 이와 같은 結果는 Phytosiderophore의 存在와 關聯하여 土壤中 Fe含量이 많을수록 뿌리에서 分泌되는 Mugineic acid의 量이 減少하기 때문이라고 생각된다.⁽¹⁰⁾

要 約

自動車 排氣ガス에 包含된 鉛化合物이 道路隣接土壤에서 耕作되고 있는 水稻作物體에 影響을 미칠것으로 생각되어 大邱臺中心으로 慶尚北道內의 高速道路 및 主要 國道邊에隣接한 島土壤 18個地點을 選定하여 水稻作物體에서의 鉛含量 및 土壤中 鉛含量과의 關係를 調査한 結果는 다음과 같다.

18個地點에서 平均한 水稻作物體各部位別 鉛含量은 뿌리에서 12.9ppm, 잎에서 4.8ppm, 줄기

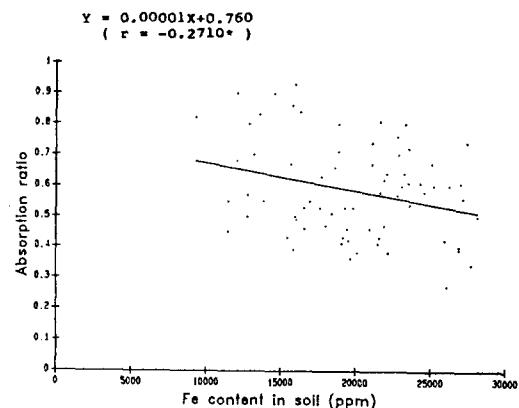


Fig. 6. Relationship between absorption ratio and Fe content in soil.

에서 4.3ppm, 현미에서 0.4ppm으로 뿌리>잎>줄기>현미의順으로 나타났다.

土壤中 全鉛含量이增加할수록 水稻作物體 뿌리 중 鉛含量도增加하는 傾向을 나타내었으며, 줄기, 잎 및 현미중 鉛含量은 土壤中 鉛含量과 關聯하여一定한 傾向을 나타내지 않았다.

뿌리중 鉛含量이增加할수록 줄기, 잎 및 현미중 鉛含量도增加하는 傾向을 나타내었다.

土壤中 鉛의 化學的 形態別 含量과 뿌리중 鉛含量과의 關係는 有機態, 碳酸態 및 黃酸態 形態의 鉛含量이增加할수록 뿌리중 鉛含量도增加하는 傾向을 나타내었으며, 置換態 및 不溶態 形態의 鉛含量은 뿌리중 鉛含量과 關聯하여一定한 傾向을 보이지 않았다.

本研究에 使用된 土壤試料의 pH範圍내에서 土壤 pH가增加할수록 鉛吸收率은增加하는 傾向을 나타내었으며, 土壤中 Fe含量이增加할수록 鉛吸收率은 減少하는 傾向을 나타내었다. 有機物, CEC 및 Phosphate含量은 水稻의 鉛吸收率과 關聯하여一定한 傾向을 보이지 않았다.

参考文獻

- 1) Metcalf, R. L. and Pitts, J. N. (1969) : Outlines of environmental science, Adv. Environ. Sci. technol., 1, 1.

- 2) 韓基학(1981) : 農業公害 研究現況과 今後方向, 韓國農化學會 二十年史 및 紀念 Symposium, 韓國農化學會誌, 17, 124.
- 3) Rolfe, G. L. (1973) : Lead Uptake by Selected Tree Seedlings, *J. Environ. Qual.*, 2, 153.
- 4) Chu, L. M. and Wong, M. H. (1987) : Heavy metal contents of vegetable crops treated with refuse compost and sewage sludge, *Plant and Soil*, 103, 191.
- 5) Petruzzelli, G., Lubrano, L. and Guidi, G. (1989) : Uptake by corn and chemical extractability of heavy metals from a four year compost treated soil, *Plant and Soil*, 116, 23.
- 6) Maclean, A. J., Halstead, R. L. and Finn, B. J. (1969) : Extractability of added lead soils and its concentration in plants, *Can. J. Soil. Soc.*, 49, 327.
- 7) 金福榮, 金奎植 (1986) : 農作物에對한鉛(Pb)의吸收 및被害輕減에關한研究, I. 砂耕溶液中鉛(pb)濃度가水稻體吸收 및 收量에 미치는影響, 韓土肥誌, 19, 144.
- 8) Jones, L.P.H., Clement, C.R. and Hopper, M.J. (1973) : Lead uptake from solution by perennial ryegrass and its transport from roots to shoots, *Plant and Soil*, 38, 403.
- 9) Jackson, D.R. and Watson, A.P. (1977) : Disruption of nutrient pools and transport of heavy metals in a forested watershed near a lead smelter, *J. Environ. Qual.*, 6, 331.
- 10) Shi, W.M., Chino, M., Youssef, R., Mori, s. and Takagi, s. (1988) : The occurrence of mugineic acid in the rhizosphere soil of barley plant, *Soil Sci. Plant Nutr.*, 34(3) : 461~465.
- 11) 李錫俊, 金章億 (1991) : 道路邊에隣接한耕作地土壤 및作物體中の鉛汚染, 第1報: 耕作地土壤中の鉛汚染 및 化學的形態, 韓國環境農學會誌.
- 12) 손동현, 허인희 (1974) : 中央大學論文輯, 19, 75.
- 13) 國際食糧農業協會 (1977) : 國際食品規格(I), 產學社, 東京.
- 14) 金福榮, 金才正, 慎齊晟, 嚴基泰, 李奎承, 李英煥, 鄭英祥, 許鍾秀 (1989) : 農業環境化學, 東和技術, 서울, p.197.
- 15) Daines, R.H., Motto, H. and Chilko, D.M. (1970) : Atmospheric lead : Its relationship to traffic volume and proximity to highways, *Environ Sci & Technol.*, 4, 183.
- 16) Motto, H.L., Daines, R.H., Chilko, D.M. and Motto, C.K. (1970) : Lead in soils and plants : Its Relationship to traffic Volume and proximity to Highways, *Environ Science & Technol.*, 4, 231.
- 17) Chino, M. (1973) : The distribution of heavy metals in rice plants influenced by the time and the path of supply, *J. Sci. Soil Manure. Jpn.*, 44, 204.
- 18) 柳順昊, 朴武彥, 盧熙明 (1983) : 亞鉛礦山附近畠의土壤中重金屬含量과 현미中含量과의關係, 韓國環境農學會誌, 2, 18.
- 19) 林善旭, 金善寬 (1983) : 畠土壤中 Cadmium의形態別分布와 현미中 Cadmium含量과의關係研究, 韓國土肥, 16, 29.
- 20) Kitagishi, K., Ohashi, M., Tokai, Y. and Umebayashi, M. (1976) : Distribution and localization of heavy metals within rice grain, produced on paddy fields contaminated with Cd, and Chemical forms of Cd in rice endoperms, *Rep. Environ. Sci. Mie Univ.*, 1, 129.
- 21) Obata, H., Oosawa, J. and Kitagishi, K (1980) : Time course of Zn or Mn accumulation within individual leaves, *J. Sci. Soil Manure. Jpn.*, 51, 297.
- 22) Chino, M. (1967) : Studies on the heavy metal toxicities in plant : The mechanism of the occurrence of heavy metal induced iron chlosis, *Sci. Rep. Fac. Agric., Ibaraki Univ.*, 15, 105.
- 23) 伊藤秀文, 飯村康二 (1976) : Cd濃度一定レベルに保った水耕栽培における水稻のCd吸收, 日本土壤肥料學會誌, 47, 482.
- 24) Ito, H. and Iimura, K. (1976) : The absorption and translocation of cadmium in rice plant and its influence on their growth in comparision with zinc : Studies on heavy metal pollution of soil, *Bull. Hokuriku Natl. Agric. Exp. Stn. (Jpn.)*,

- 19, 71.
- 25) Hosoda, K. (1942) : Studies on the improvement of metal polluted soil : The effect of Cu, As, Zn, Pb and Fe on the yield of rice, *J. Sci. Soil. Manure. Jpn.*, 16, 459.
- 26) Dokiya, Y., Owa, N. and Mitsui, S. (1968) : Comparative physiological study of iron ma-
- nganese and copper absorption by plants, *Soil Sci. Plant Nutr.*, 14, 169.
- 27) Takagi, S., Nomoto, K. and Takemoto, T. (1984) : Physiological aspect of mugineic acid a possible phytosiderophore of graminaceous plants, *J. Plant Nutr.*, 7, 469.