

2 2. 新興工業国における土壌・堆積物汚染の現状—北アフリカ・

チュニジアの地中海沿岸工業地帯を例として

吉田 充夫

独立行政法人国際協力機構(JICA) 国際協力総合研修所

1. はじめに

2000年1月から2002年7月まで、JICA の実施する途上国技術協力事業の一環として、北アフリカのチュニジアにおいて、環境汚染・廃棄物分野の技術協力事業に専門家として派遣され、またその後 2004 年 3 月まで JICA の研究支援費を得て共同研究を行ってきた。本事業のチュニジア側協力機関は、国立科学技術研究院(INRST)水・環境研究所である。本稿では、このうち特に土壌・堆積物汚染(環境地質学)分野に関わる技術協力・共同研究の成果の概要について述べ、開発途上国の急速な工業化がどのような土壌・堆積物汚染を引き起こしているのか、を述べる。

2. 背景

チュニジアは地中海沿岸の北アフリカ中央部に位置する人口約900万人の国である。国土面積は日本の約3分の2であり、南部はサハラ砂漠の北縁部によって占められている。世界銀行の統計によれば、同国は Basic Human Needs の全ての指標(平均余命、乳幼児死亡率、就学率など)において開発途上国の中では比較的高い水準にあり、国民総生産(GNP)は2001年には2,100ドル(国民一人あたり)に達し、アフリカ大陸ではトップレベルの経済力を有する国となっている。このような経済発展の背景には、高い識字率や教育の充実により人材が育成され、また欧州などの大市場に近い地中海沿岸の地理的位置のもと、農業生産(地中海の穀倉地帯)、工業生産(肥料・皮革・繊維・食品といった在来産業の高度集約化、繊維や電気・機械分野における欧州の工場団地化)、観光立地(地中海リゾート)、貿易、投資が活発に行われ経済が活性化してきたという経済的社会的条件がある。近年は平均 5-6%の経済成長を遂げており、このような経済発展は当面は続くと思えて良いだろう。

しかしこのような経済成長の反面、かつての高度成長期の日本が経験したように、産業公害や資源の劣化枯渇といった負の現象—環境破壊—もまた進行しつつあるのが現実である。例えば北部の一部地域をのぞき乾燥—亜乾燥帯に位置していることから来る慢性的な水不足と砂漠化の進行は、経済成長による農業用水、飲料水、工業用水の需要の増大とともに加速されてきた。さらには、都市化の進行、工場排水・生活排水や産業・一般廃棄物の大量発生等による地圏、水圏、大気圏での環境汚染も顕在化しつつある。そして、こうした環境問題のかなりの部分は、潜在的に土壌・堆積物汚染(Soil and Sediment Contamination)に帰結する可能性が高い。

今回実施した技術協力では、人口が密集し都市化と工業立地の進むチュニジア北部をフィールドとして選択し、自然環境(地圏、水圏)における汚染実態のモニタリング、汚染源としてのオープンダンピング型廃棄物埋立処分場の特徴づけ、などを行った。また、大都市や工業地帯に隣接する沿岸ラグーンの調査研究を行った。その結果、チュニジア北部の地中海沿岸工業地帯・人口密集域において、潜在的有害元素(Potentially Toxic Elements; PTEs)による土壌・堆積物汚染が検出された。

2. 土壌・堆積物汚染

チュニジア北西部は年間降水量が 800mm 以上と比較的が大きく、北アフリカ有数の穀倉地帯として知られている。この地域には、特に地中海沿岸部を中心に、都市化、工業化の波も押し寄せている。この地域でグリッド調査により土壌・堆積物を系統的に採取して、その PTEs含有量を検討した。土壌・堆積物は、農地、住宅地、都市域、工業用地、廃棄物埋立関連、自然、といった土地利用条件にそって分類した(サンプリングのフローチャートを図1に示す)。サンプルの含有量分析の抽出法は強酸(塩酸+硝酸、95°C1時間抽出)を採用し、分析は ICP-MS 法によった。

Soil and Sediment Contamination in Recently Industrializing Country – An Example in Mediterranean Coastal Industrial Zone of Tunisia, North Africa. by Mitsuo Yoshida (Japan International Cooperation Agency)

連絡先: 〒162-8433 東京都新宿区市谷本村町 10-5 独立行政法人国際協力機構国際協力総合研修所

TEL: 03-3269-9021 FAX: 03-3269-6992 E-mail: Yoshida.Mitsuo.2@jica.go.jp

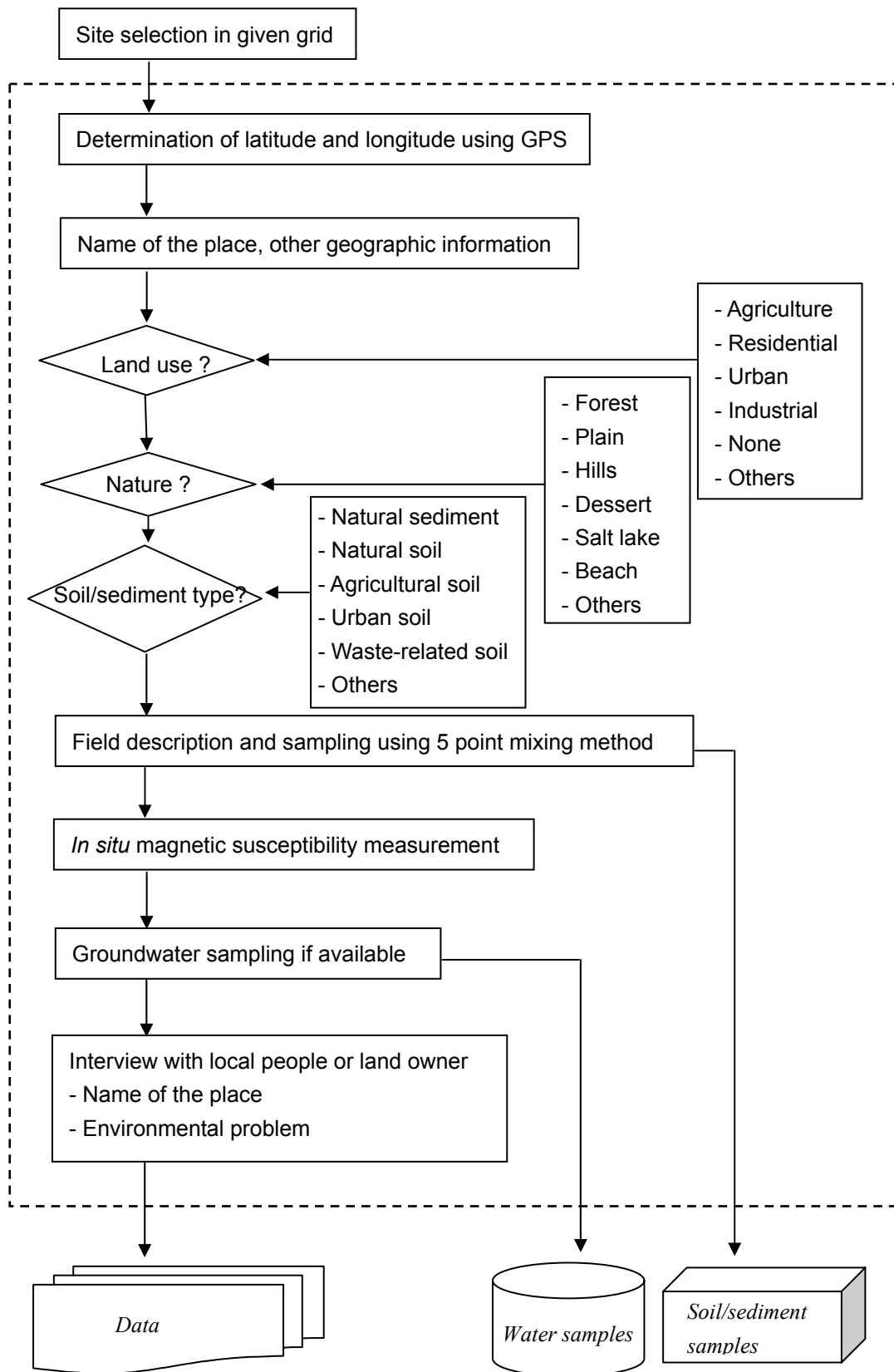


図1: サンプルング及びデータ取得のフローチャート

その結果、As, B, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Znの13元素において異常が認められ、このうち特にAs, Cd, Cu, Hg, Pb, Sb, Znは環境汚染リスクの懸念される高い異常濃度が認められた(Yoshida et al., 2002; 図2及び表1参照)。なお、環境汚染リスクの評価についてはNOAAのスクリーニング基準(SquiRTs)を適用した。

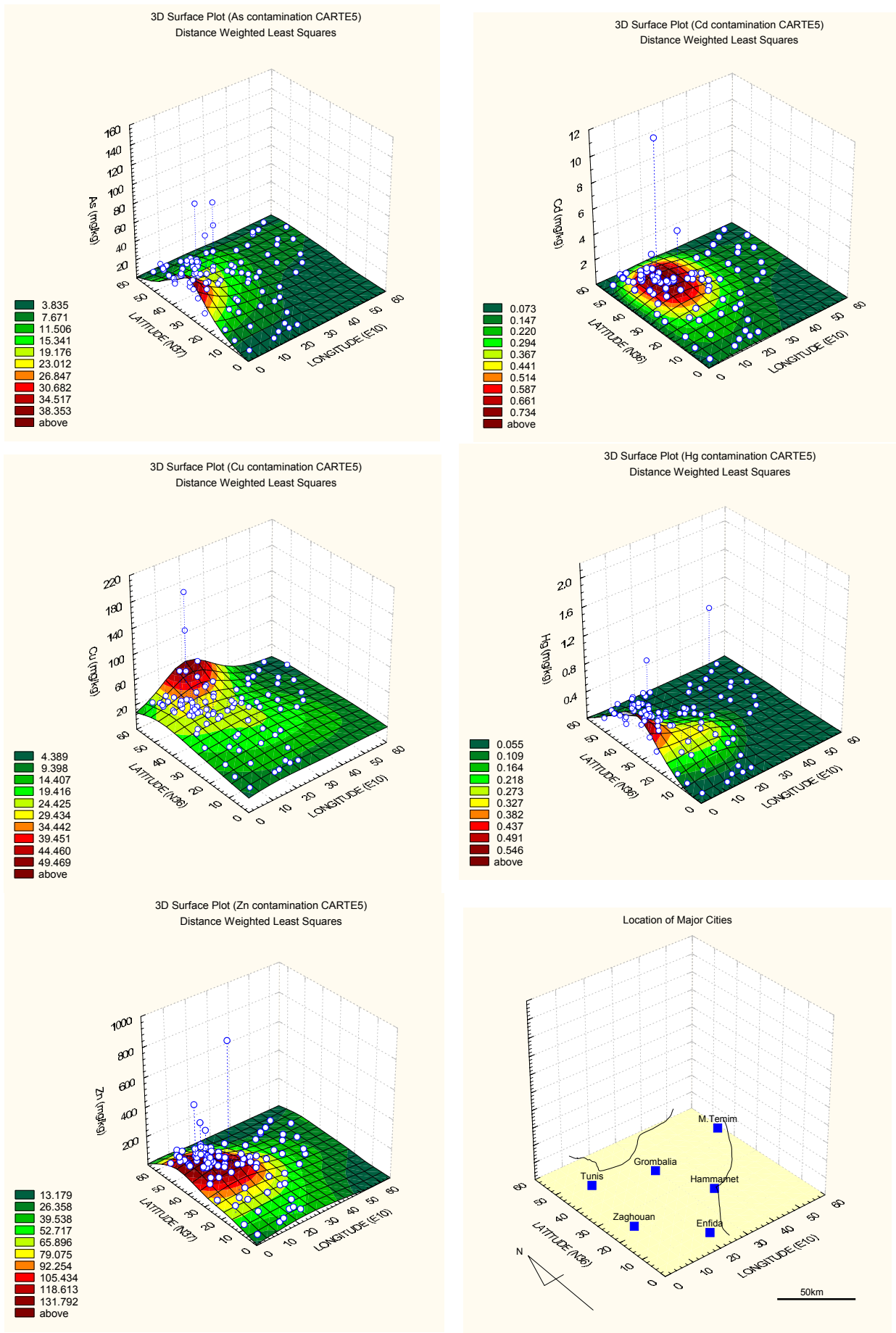


図2: 表層土壌・堆積物中の As, Cd, Cu, Hg, Pb の含有濃度の変化。右下は都市部の地理的位置。

表1: チュニジア北部の PTEsによる土壌・堆積物汚染の概要

()内のバックグラウンド評価は NOAA/SquiRTs によった。

PTEs	Background* unit: mg/kg	Anomaly	Risk	Possible polluters
As	<7.7 (high)	Agricultural zone between Tunis and Zaghouan	high at anomaly	Natural, Agriculture, Urban, Waste
B	<6.6 (normal)	Lake Tunis to Carthage; agricultural zone between Hammamet and Zaghouan	low	Natural, Waste
Cd	<0.15 (normal)	Tunis urban zone and its south	high at hotspot	Urban, Waste, Agriculture
Co	<6.1 (low)	Tunis urban zone to the agricultural zone between Tunis and Zaghouan	low	Natural, Urban, Waste
Cr	<17.1 (high)	Tunis urban zone to the agricultural zone between Tunis and Zaghouan	low	Urban, Industrial, Waste
Cu	<19.4 (normal)	Tunis urban zone, especially Lake Tunis	high at hotspot	Urban, Industrial, Waste
Hg	<0.055 (normal)	Agricultural zone between Tunis and Zaghouan	high at hotspot	Natural, Waste, Agricultural
Mo	<0.55 (low)	Rades Industrial Zone	low	Industrial (Fuel burning?)
Ni	<11.1 (high)	Tunis urban zone to the agricultural zone between Tunis and Zaghouan	low	Urban, Waste, Industrial
Pb	<17.9 (normal)	Tunis urban zone	high at hotspot	Urban, Industrial, Waste
Sb	<0.4 (high)	Agricultural zone between Grombalia and Nabeul	high at hotspot	Natural (?), Waste, Industrial (?)
Se	<0.12 (normal)	Coastal zone between Tunis and Hammam-Lif	low	Urban, Waste, Natural
Zn	<26.4 (normal)	Tunis urban zone and its surroundings	high at hotspot	Urban, Waste, Industrial

3. まとめ

チュニジア北部の人口密集域・地中海沿岸工業地帯には、重金属等7元素(As, Cd, Cu, Hg, Pb, Sb, Zn)の土壌・堆積物汚染が認められる。これらの土壌・堆積物汚染は、いずれの場合も、都市部の人口集中域、廃棄物埋立処分場、工業施設(工場や発電所)に現れ、特に最大の都市であるチュニス首都圏とその近郊に認められる。このことは、これらの土壌・堆積物汚染が、チュニジアにおける近年の急速な都市化、工業化による、廃棄物、排水、煤煙の放出に由来する人為的な環境汚染であることを示唆するものである。なお、As, Cd, Hgの3元素については、農業地帯の土壌においても汚染が認められ、農薬(AsとHg)及びリン肥料(Cd)が汚染源である可能性がある。

参考文献

M. Yoshida, H. Kallali, and A. Ghrabi (2002) Soil/Sediment Contamination in northeastern Tunisia: A preliminary result on the spatial variation of potentially toxic elements. *Solid Waste Landfill and Soil/Sediment Contamination: Case Studies in Tunisia*, p.53-84, INRS-T-JICA Publication.