

## Geochemistry, from rain water to groundwater and pollution in Dhaka water

\*Mst. Shamsun Nahar<sup>1</sup>

1. Earth Consultant Co. Ltd, Toyama, Japan

Rain water is the source of most ground water and a logical starting point for the study of groundwater geochemistry. However natural and anthropogenic dusts and gases modify the composition. Before the rain turns into ground water, various processes in the soil may affect the concentrations. Dhaka, capital of Bangladesh, is a megacity dependant on groundwater for the majority of its water supply. Recharge to the groundwater aquifer is insufficient to balance abstraction, groundwater levels are in decline and water quality is compromised by seepage from areas of urban and industrial contamination and leakage from polluted rivers. Environmental isotope distributions have been used independently to evaluate the significance of potential sources of pollution. Both approaches identify the polluted River Buriganga as the main threat to groundwater quality, indicating priorities for monitoring and aquifer protection. In this abstract, we will follow the evolution in water chemistry from rain, via soil and contaminated river recharge to the aquifer.

Keywords: Dhaka Rainwater, River pollution, Groundwater

## バングラデシュ・ラクシュミプールの地下水ヒ素汚染に関わる帯水層中堆積物中のヒ素と関連元素の挙動

Behavior of As and its related elements to causes groundwater As contamination in the aquifer sediment of Lakshmipur, Bangladesh

\*平井 望生<sup>1</sup>、Reza Selim、益田 晴恵<sup>1</sup>

\*Nozomu Hirai<sup>1</sup>, Selim Reza, Harue Masuda<sup>1</sup>

1.大阪市立大学大学院理学研究科

1.Osaka City university

### 【はじめに】

地下水ヒ素汚染は世界的に問題となって30年以上が経過するが、今も解決していない。なかでもバングラデシュの国土面積の大部分を占めるガンジスデルタと、このデルタ地帯に土砂を供給するガンジス川、ブラマプトラ川、メグナ川流域での汚染は深刻である。

地下水ヒ素汚染は地質体に起源物質があり、地下水環境に伴って溶出する。先行研究からは地下水環境が還元的な場合にヒ素が検出されることが多い。一方でヒ素溶出の最初期には酸化反応が重要だという指摘もある。本研究ではガンジスデルタの、還元環境で地下水ヒ素汚染が出現するラクシュミプール近郊の堆積物の分析によりヒ素溶出プロセスを検討した。

### 【分析方法】

分析に用いた試料は深度130ftまでのボーリングコアである。BCR法によって深度別(5ftごと)に抽出した溶液試料を、ICP-MS (SPQ 9700 日立ハイテック社製)を用いて元素質量分析を行った。この方法は1.酸可溶態(主として炭酸塩と弱く吸着したもの)、2.易還元性(酸化物態、主として酸水酸化鉄・マンガン酸化物)、3.易酸化性(還元物態、主として有機物)、4.難溶態(主としてケイ酸塩と硫化鉱物)に固定された元素を分析する簡便な方法である。ヒ素を固定する物質の特定には向かないが、ヒ素の溶出過程の推定には有用である。分析した元素はSi、Fe、Mg、Ca、Asである。XRDを用いた鉱物同定、XRFを用いた全堆積物の元素分析、ICP-MSを用いた総ヒ素量の定量も行った。

### 【結果と考察】

Fe、Mg、Caは難溶態が最も高い割合で含まれていた。酸化物態のMgとFe、FeとSi、還元物態のMgとFeに正の相関が見られた。また難溶態のMgとFe、FeとSiにも正の相関が見られた。これらのことは、Mg、Fe、Siが同一の起源物質に由来していることを示している。Fe、Mgに関して、深度が深くなるにつれて酸化物態の割合が高くなる傾向がみられた。これらのことはMgとFeを含む鉱物が、酸化反応により分解されて酸化物として沈殿していることを示唆している。

Asは難溶態に最も多く含まれている。次いで還元物態、酸化物態、酸可溶体であった。各深度の還元物態ヒ素と総ヒ素の濃度に正の相関が、酸化物態と還元物態の濃度に負の相関が見られた。難溶態と酸化物態のAsとFeの濃度には正の相関が見られる。したがってFeを含む鉱物の分解に伴って溶出したヒ素が酸化物態のFe鉱物に固定または強く吸着されたと推定される。また3元素は60フィート付近だけ酸化物態の割合が極端に減少する傾向がある。

XRD解析の結果、ほぼ全ての深度でFeとMgを含む塩基性鉱物として黒雲母、緑泥石、角閃石が含まれていた。しかし深度が増すにつれて緑泥石と角閃石の比が1に近づき、深度120ft以深では強度の大きさが緑泥石<角閃石であった。もしも3種の鉱物のももとの比が同じであったと仮定できるのであれば、緑泥石は深度の増加、または年代の増加に伴って分解していると考えられる。

本調査地域の地下水環境は還元的であると考えられるが、帯水層堆積物には酸水酸化鉄が安定に存在できる程度の弱い還元状態である。また、深度が増すにつれて酸水酸化鉄が増加することから、地下水浸透の過程で還元化反応が進行していると推定される。Asの溶出はこの反応に伴って起こっている。酸化物態のAsとFeの濃度に良い相関があることは、地下水中のAsは酸水酸化鉄からの脱着で起こっていることが説明できる。ヒ素を含む塩基性鉱物の酸化分解が地下水環境を還元していると考えられる。また、この塩基性鉱物は緑泥石である可能性が高い。本研究では生物化学反応についての検討を行っていないため、この反応に生物が関与しているか

どうかは不明である。

キーワード：地下水、ヒ素、バングラデシュ

Keywords: groundwater, arsenic, Bangladesh

## 同位体組成と化学成分からみる「とやまの名水」の特徴と起源の検討

Characteristic and origins of "Valuable Water Springs in Toyama Prefecture" using isotopic composition and chemical concentration

\*片境 紗希<sup>1</sup>、張 勁<sup>2</sup>、上田 晃<sup>2</sup>

\*Saki Katazakai<sup>1</sup>, JING ZHANG<sup>2</sup>, Akira UEDA<sup>2</sup>

1.富山大学大学院理工学教育部、2.富山大学大学院理工学研究部

1.Graduate School of Science and Engineering for Education, University of Toyama, 2.Graduate School of Sciences and Engineering, University of Toyama

Total eight spots of spring water from Toyama Prefecture were selected as 'The 100 Exquisite and Well-Conserved Waters (EW water)' by Ministry of the Environment in Japan. However, with enhancement of groundwater usage in recent years, water quality and flux diminished gradually. To understand the origins and water qualities of these spring water, we measured hydrogen and oxygen stable isotopes, together with chemical composition of spring water, groundwater, rivers, and rainfall in Toyama Prefecture. All EW water in the Toyama Prefecture lied in the middle of meteoric water line with d-value ( $\delta D$ - $\delta^{18}O$ ) of 30 in winter and 10 in summer. This suggests that EW water was well-mixed and balanced by precipitation in all seasons. Muratsubaki located in the edge of Kurobe alluvial fan, has very similar mineral composition with nearby confined groundwater, suggests having the same catchment origin with Kurobe River. Using  $\delta^{18}O$  and water property data, this spring water is known that originated from high mountain area with 1658m elevation and well forested. Furthermore, downstream show higher  $SiO_2$  and lower Na/Ca ratio relative to upstream, well agreed with longer residence time in the downstream (0-5 yrs) comparable with previous study. In contrast, no significant difference of  $SiO_2$  and Na/Ca versus  $\delta^{18}O$  between groundwater and river in the Sho River fan, implying short transit time from river to groundwater. This study highlights the importance to examine groundwater source to sustain high quality EW water, e.g. paying attention to water preservation in the forest area.

キーワード：地下水

Keywords: groundwater

## Spatial and temporal variation of stable isotopes in precipitation in Hokkaido, North Japan

\*Xiaoyang Li<sup>1</sup>, Atsuko Sugimoto<sup>1,2</sup>, Akihiro Ueta<sup>1,3</sup>

1. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 3. present address: Laboratory for Measurement & Analysis, The General Environmental Technos CO., LTD

Stable isotopes in precipitation have been widely used for paleoclimate and paleohydrology reconstruction, which is based on its temperature effect and amount effect. However, the relationship of stable isotopes of modern precipitation against meteorological variables has not yet been understood well. In this study, precipitation was collected at 6 locations in Hokkaido during the period from March 2010 to February 2013 to investigate relationship between isotope ratios of precipitation and meteorological condition and to clarify the underlying processes. Relatively low  $\delta^{18}\text{O}$  with high d-excess for annual averages were observed at three sites in the region along Sea of Japan (Teshio, Nakagawa and Sapporo), compared to the other three sites on Pacific side (Tomakomai, Shibeche and Akkeshi). Seasonally, winter precipitation showed the lowest  $\delta^{18}\text{O}$  and highest d-excess among seasons. Weekly  $\delta^{18}\text{O}$  was positively correlated with temperature and negatively with the amount of precipitation in most season and regions. To investigate the relationship between meteorological condition and  $\delta^{18}\text{O}$  values, 264 precipitation events were identified. Precipitation events from low pressure systems were classified into three groups (northwest, southeast and middle) according to their trajectories. Precipitation events with trajectory of southeast of Hokkaido showed relatively lower  $\delta^{18}\text{O}$  than those in northwest, although the amount of precipitation in Hokkaido area was not different between them. Lower  $\delta^{18}\text{O}$  values observed in earlier case was attributed to lower  $\delta^{18}\text{O}$  values of water vapor due to heavy rainfall in the upstream region of the trajectories of low pressure systems on Pacific Ocean. Observed isotopic composition of water vapor also supports this.

Keywords: stable water isotopes, precipitation, Hokkaido

## 福島県東部とその周辺の地下水の起源と流動系

## Sources and flow system of groundwater in and around eastern Fukushima Prefecture

\*村崎 友亮<sup>1</sup>、益田 晴恵<sup>4</sup>、井上 凌<sup>4</sup>、坂本 裕介<sup>1</sup>、丸井 敦<sup>3</sup>、小野 昌彦<sup>3</sup>、中屋 眞司<sup>2</sup>、近岡 史絵<sup>4</sup>、新谷 毅<sup>4</sup>、平井 望生<sup>4</sup>、山野 翔馬<sup>1</sup>

\*Yusuke Murasaki<sup>1</sup>, Harue Masuda<sup>4</sup>, Ryo Inoue<sup>4</sup>, Yusuke Sakamoto<sup>1</sup>, Atsusi Marui<sup>3</sup>, Masahiko Ono<sup>3</sup>, Shinji Nakaya<sup>2</sup>, Fumie Chioka<sup>4</sup>, Tsuyoshi Shintani<sup>4</sup>, Nozomu Hirai<sup>4</sup>, Syouma Yamano<sup>1</sup>

1.大阪市大学理学部地球学科、2.信州大学工学部水環境・土木工学科、3.産業総合研究所、4.大阪市立大学理学院理学研究科生物地球系専攻

1.Osaka City University, Department of Geosciences, Faculty of Science, 2.Department of Water Environment and Civil Engineering, Faculty of Engineering, Shinshu University, 3.National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 4.Department of Geosciences, Faculty of Science, Osaka City University

2011年3月11日に発生した東日本大震災時には、水圏にも大きな影響を与えた。津波による塩水化や福島原子力発電所の事故によって大気中に放出された放射性物質である。事故後、飛散した。放射性物質は降水などによって地表に降った。原子力発電所付近では震災後の調査で事故起源であると考えられるトリチウムが地下水中で検出されたという報告がある(藪崎, 2015)。

本研究では震災後の地下水圏の状況を把握するために放射性物質の流れた地域である宮城県南部・福島県東半部・栃木県北部の河川水と地下水を採取し、一般水質・微量元素(Si・Fe・Mn・As・Zn)・水素酸素安定同位体比・年代トレーサー(SF<sub>6</sub>・CFCs)・放射性セシウムを分析した。その結果に基づいて調査地域内の水の地下水流動系を考察した。

調査地域の河川水、地下水の溶存成分は希薄で、比較的良好な水質が保たれている。山間の希薄な水はNa-Ca-HCO<sub>3</sub>型で、溶存成分濃度が高くなるとCa-HCO<sub>3</sub>型からCa-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>型へと変化する。浜通り、中通りを中心として山麓～低地にかけて、硫酸イオンや硝酸イオンが卓越する水が集中する傾向があった。採取地点は集落、畑の近くで、地下水帯水層に表層から人為的に汚染された排水の付加があると推定される。また、沿岸部の津波浸水域では一部塩化物イオンが卓越した水が見られたが、その濃度は海水に対して極めて希薄である。津波による地下水塩水化は短期間で回復している。一方、西側の越後山脈や奥羽山脈の山間部の河川水は温泉水の流入によるCa-SO<sub>4</sub>型の水質が見られる。

δDとδ<sup>18</sup>Oの関係は、δDダイアグラム上でδ<sup>18</sup>O = -9.5%を境に二本の異なる回帰直線を示した。δ<sup>18</sup>Oが-9.5%より大きいものの回帰線はGMWL(Global Meteoric Water Line)に平行であり、またその大部分が福島県の中通り以東に分布していることから太平洋気団に起源を持つ降水に由来していることが示唆される。特に大きいδ<sup>18</sup>Oは宮城県から福島県の海岸平野と栃木県の関東平野に分布し、その次に大きいものが阿武隈山地と中通りに分布している。δ<sup>18</sup>Oが-9.5%以下の同位体比の小さい試料は特に越後山脈、奥羽山脈に沿って分布する。また日本海気団に由来する天水の回帰線近くの同位体比を持つ。特に標高の高い山地に起源を持つ河川水でこの傾向が顕著であることから、それらは日本海気団に由来する降水を起源としていると判断される。中通りの山麓と北部の福島盆地では多くの試料が、二本の天水線の間にプロットされている。このことはこの地域の水が太平洋気団に由来する降水と日本海気団に由来する降水の両方を起源にしていることを示している。

採取した地下水の滞留時間は7～51年であった。20～30年の滞留時間を示したものが最も多かった。10年以内の短い滞留時間を持つ水は山麓に近い平野に分布する傾向がある。研究地域南部の方が北部より滞留時間が短い傾向があるが、これは南部では涵養源と採水点の距離が比較的近く、流動距離が短いことに起因している。

本研究で分析した試料中の放射性セシウム(Cs-137・Cs-134)は、定量下限値の10Bq/kg以下であり、地下水中の拡散は認められなかった。

東北地方太平洋沖地震から5年が経った。涵養年代を考慮すると今後滞留時間の短い地域から、トリチウムを始めとして、放射性物質の拡散が見られる可能性があり、監視が必要である。



森林と水田が集水域の熊木川水系における河川懸濁態有機物の炭素同位体比

Carbon isotope composition of riverine particulate organic matter in the Kumaki River system with forest and paddy field in Noto Peninsula, Japan

\*長尾 誠也<sup>1</sup>、鈴木 智代<sup>2</sup>、落合 伸也<sup>1</sup>

\*Seiya Nagao<sup>1</sup>, Tomoyo Suzuki<sup>2</sup>, Shinya Ochiai<sup>1</sup>

1.金沢大学環日本海域環境研究センター、2.金沢大学大学院自然科学研究科

1.Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, 2.Graduate School of Nature and Engineering Science, Kanazawa University

River systems play an important role on geochemical processes in watershed and the source of nutrient and organic matter to coastal marine environment. Land-use pattern in river watershed reflects water quality and bioavailable chemical compounds in river waters. Rain and snow events also influence water quality, transport flux and migration behavior of organic matter in river systems. To understand the transport processes and sources of organic matter, researchers have been applied tracers such as C/N ratio,  $\delta^{13}\text{C}$ , radiocarbon and biomarkers. Carbon isotopic compositions,  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{14}\text{C}$ , are useful tools because of identification of plant types (C3 and C4) and apparent age of organic matter. The purpose of this study is to understand the transport behavior of particulate organic matter (POM) in rivers, which have watershed with abandonment of forest and paddy field in present Japanese watershed condition. The river research was carried out at the Kumaki River system, the Kumaki River and Nishiyachi River during 2009-2011, in the Noto Peninsula, Japan. We set up at three sites (headwater, upper and middle reaches) of the Kumaki River and at three sites in the Nishiyachi River of the main tributary. Riverine suspended solids were separated from 60-90 L river waters using continuous flow centrifugation method.  $\delta^{13}\text{C}$  values range from -28.5 to -24.8‰ for the organic matter in riverine suspended solids and river bottom sediments. The  $\delta^{14}\text{C}$  values are 86 to 97‰ at the headwater site, -5 to 34‰ at the upper site and -18 to -64‰ at the middle site. The  $\delta^{14}\text{C}$  of POC decreases from the headwater to the middle sites at the Kumaki River. POC content is 3.9 to 21%, and C/N ratio ranges from 9 to 19. These parameters also show downward decreasing trend in the river line. Similar downward variations were found in the Nishiyachi River but little bit different correlation with  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{14}\text{C}$ . Land-use pattern in the Kumaki River watershed is occupied by forest in the upper area and by paddy field along the middle and lower river area. These results indicate that paddy field in the middle and lower watershed area in the Kumaki River system has main sources of POM exported to the coastal marine environments.

キーワード：放射性炭素、炭素安定同位体、懸濁粒子、陸起源有機物

Keywords: Radiocarbon, stable carbon isotope, suspended solids, terrestrial organic matter



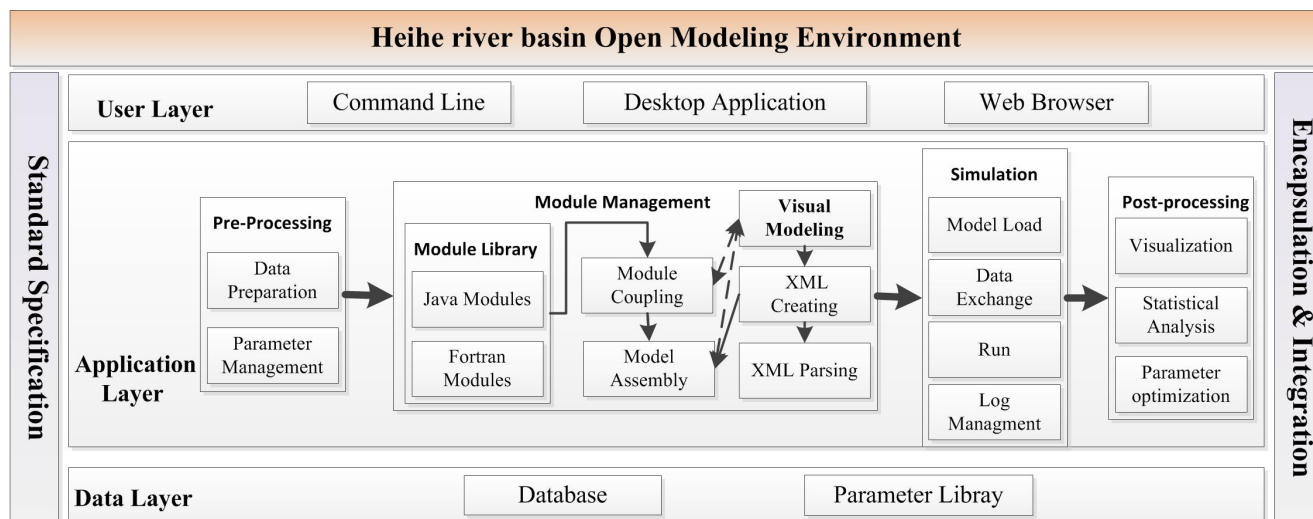
HOME: A Modeling Framework for Integrating Eco-hydrological Models in the Heihe River Basin, China

\*Lihui Luo<sup>1</sup>

1.Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences

This study develops a modeling environment that can integrate a large number of eco-hydrological models and modules. The need to integrate the multiple eco-hydrological coupling models used in the Heihe River Basin (HRB) led to the development of the Heihe river basin Open Modeling Environment (HOME). The HOME enables us to answer questions about ecological and hydrological processes and about the water resources in the HRB. The HOME can also be used to integrate the models generated by other projects in the Heihe Major Research Plan of the Natural Science Foundation of China, and will provide researchers with user-friendly pre-process, simulation, post-process, and other convenient software tools. The HOME software has ten components: Module Builder, Context, Model Builder, Data Exchange, Runtime, Module Library, Database, Parameter Library, Toolkit, and GUI. A researcher can use the HOME GUI to construct a series of models; the software allows researchers to exchange variables between modules, and to place modules with different spatial and temporal scales in different contexts. Once the variables are selected, the organizational model can be run in the command line interface and the GUI environment of HOME. In our case study, HOME was used to integrate surface and underground water models and to optimize the models' parameters.

Keywords: Integration platform, Modeling framework, Heihe river basin, Eco-hydrology model, Heihe Plan



## The ecohydrological effects of dew in a desert environment,northwestern China

\*Yanli zhuang<sup>1,2,3</sup>

1.Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, 2.Linze Inland River Basin Research Station, 3.Key Laboratory of Inland River Basin Ecohydrology

Dew, as a supplementary water source, may have an important ecological role in arid and semi-arid regions. During August and September of 2007, 2008 and 2013, measurements on dew formation amount and duration were carried out in three different habitats (dunetop, footslope and interdune lowland) of a fixed sand dune in Northwest China. The results indicated that there was a positive correlation between dew amounts and relative humidity, but a negative correlation between dew amounts and mean temperature. Clear mornings were characterized by higher dew amounts and longer dew duration, whereas less dew was recorded during cloudy and especially windy mornings. Dew continued to condense even after sunrise, although a shorter warming time after dawn is also of vital importance in dew formation. The higher average maximum dew quantities (0.06 mm) and longer average dew duration (2.3 h) occurred in the interdune lowland; the lower and shorter average dew amounts (0.048 mm) and duration (1.9 h) were obtained at the dune top. The footslope habitat exhibited intermediate values. Clearly, the differences in dew deposition can be partially attributed to the distinguishing characteristics of the microhabitats. The present study highlighted the impacts of these characteristics on near-ground dew condensation accumulation and evaporation in a fixed sand dune, and may facilitate evaluation of the role of dew in arid and semi-arid environments. In addition, the ecological implications of dew as a water resource in the desert ecosystem cannot be neglected. Dew may improve survival rate of desert plant species and reduce plant transpiration rates, as well as to help in priming the seeds of annual desert plant species during dry seasons.

Keywords: Dew amounts, Dew duration, The ecohydrological significance

N<sub>2</sub>Oの空間・時系列変化およびその大気寄与の評価

Evaluate the spatial and temporal variation of N<sub>2</sub>O and associated flux into the air

\*有富 大樹<sup>1</sup>、小野寺 真一<sup>1</sup>、齋藤 光代<sup>2</sup>、大西 晃輝<sup>3</sup>、丸山 豊<sup>1</sup>

\*Daiki Aritomi<sup>1</sup>, Shin-ichi Onodera<sup>1</sup>, Mitsuyo Saito<sup>2</sup>, Koki Onishi<sup>3</sup>, YUTAKA MARUYAMA<sup>1</sup>

1.広島大学大学院総合科学研究科、2.岡山大学大学院環境生命科学研究科、3.(株)復建調査設計

1.Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University, 2.Graduate School of Environmental and Life Science, 3.Fukken Co., Ltd.

In order to evaluate the spatial and temporal variation of N<sub>2</sub>O and associated flux into the air in a granite unconfined aquifer of Ikuchi Island, water samples were collected from 9 observation wells with different depths and 6 observation wells in the groundwater discharge area from 2013 to 2015 and analyzed for N<sub>2</sub>O, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N and Cl<sup>-</sup>. The results showed that the concentrations of dissolved N<sub>2</sub>O changed with water depth, which can be attributed to the C/N ratio. When the C/N ratio ≤5, high concentrations of dissolved N<sub>2</sub>O occur. In addition, the N<sub>2</sub>O concentrations increased with the redox condition of water changes from oxidation to reductive. However, when water was in strong reductive conditions such as ORP ≤-200mV, the relative low concentrations of N<sub>2</sub>O took place, since N<sub>2</sub>O can change into N<sub>2</sub> due to the complete denitrification. Dissolved N<sub>2</sub>O concentrations also increased in dry seasons, when most of observation wells being in a reductive state. In the groundwater discharge area, dissolved N<sub>2</sub>O and NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N concentrations decreased along the groundwater flow pathway, which results from the dilution of seawater and denitrification. The flux of N<sub>2</sub>O into air was estimated to be 49gha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>, the same level as seawater emission rate. Whereas, in a high precipitation event(precipitation ≤30mm/day), 5gha<sup>-1</sup>day<sup>-1</sup> (about 10 percent of annual N<sub>2</sub>O emission) would emission into air.

## 火山岩地域における湧水と地下水の化学組成の特性

Characteristics of the chemical composition of the spring water and groundwater in the volcanic rock areas

\*木下 絵美<sup>1</sup>、大森 寛子<sup>1</sup>、安井 万奈<sup>2</sup>、萩谷 宏<sup>1</sup>

\*Emi Kinoshita<sup>1</sup>, Hiroko Omori<sup>1</sup>, Mana Yasui<sup>2</sup>, Hiroshi Hagiya<sup>1</sup>

1.東京都市大学、2.早稲田大学

1.Tokyo City University, 2.Waseda University

玄武岩、安山岩、流紋岩質火山において、地質条件が湧水や地下水の水質に与える影響を検討した。玄武岩質火山である伊豆大島、富士山、ハワイ島と流紋岩質火山である神津島及び安山岩質火山の八ヶ岳の全89水試料のそれぞれをICP発光分光分析法、イオンクロマトグラフィーを用いて、陽イオン、陰イオンの分析を行った。

その結果、玄武岩質火山の湧水と地下水には岩石の化学組成に対応して $Mg^{2+}$ の含有量が比較的多く、流紋岩質火山の湧水と地下水には $Na^+$ や $Ca^{2+}$ と比較して $Mg^{2+}$ の含有量が少ない傾向があることが分かった。

一般に、海に近い地域における湧水や地下水は海水組成に近い陽イオン組成が見られるが、海水の $Ca^{2+}/Na^+$ よりも $Ca^{2+}$ が多い水試料については岩石からの陽イオンの溶出で説明出来る。これに対し、陸上火山である富士山、八ヶ岳においては湧水や地下水の組成に海塩粒子などの影響が少なく、より岩石の影響が水質に表れていることが考えられる。

キーワード：湧水、地下水、玄武岩質火山、流紋岩質火山、安山岩質火山

Keywords: spring water, groundwater, basaltic volcano, rhyolitic volcano, andesitic volcano

## リモート・センシング技術を利用した農作物分布特定と農業用水需要量の推計

Identification of crop type distribution using remote sensed data and its application for crop water requirement

\*小園 智皓<sup>1</sup>、石平 博<sup>1</sup>、ベシュ ラジ タパ<sup>1</sup>

\*Tomoaki Kozono<sup>1</sup>, Hiroshi Ishidaira<sup>1</sup>, Besh Raj Thapa<sup>1</sup>

1.山梨大学国際流域環境研究センター

1.International Research Centre of River basin Environment ,University of Yamanashi

Water security is a major concern in the Kathmandu, capital city of Nepal and its surrounding valley area, due to increased water demand caused by rapid growth of population and urbanization. The situation of water scarcity become more serious in recent years through overuse of water resources and aggravated by water pollution. For the sustainable use of water resources, it is necessary to clarify the balance of water demand, supply and availability in the valley based on scientific data analysis. However, data for the water balance analysis is not well organized and provided for water managers. For example, the spatial and temporal variation of agricultural water use is not well understood even though agriculture is one of the major water sectors and larger amount of water is used in the cropland for maintain agricultural production.

The objective of this study is to estimate the spatial and temporal distribution of crop water requirements (CWR) in Kathmandu valley. Due to the limitation of data for calculating agricultural water use (crop type, crop calendar, etc.), integrated analysis of satellite observations and field observed data, agricultural census data and numerical model is carried for mapping of CWR.

Crop map is produced using time-series of satellite derived vegetation index (Normalized Vegetation Index : NDVI derived from Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer : MODIS) and field survey of cropping pattern at some reference sites in the valley. This crop map provides spatial pattern of crop type, duration of growing season, and the time of planting/harvesting in the valley. The census data of cropland area provided by Central Bureau of Statistics, Nepal is used for correction of satellite-derived map of cropland extent.

CWR for each crop types are estimated using CROPWAT model developed by the Land and Water Development Division of FAO. CROPWAT is tool for calculation of crop water requirements and irrigation requirements using soil, climate and crop data.

Then, spatial distribution of CWR and its seasonal variation in Kathmandu valley are provided based on combined use of crop map with CROPWAT model. In addition, balance of precipitation and CWR is also investigated using estimated CWR and gauge-corrected high resolution satellite precipitation product (PERSIANN-CCS). The hotspots of agricultural water stress, the area of higher CWR compared with precipitation, are identified through this water balance analysis. Furthermore, the seasonal change of water balance in whole Kathmandu valley is also investigate, and it is found that irrigation water supply is necessary to fulfil CWR for these hotspots, especially in the late fall season.

キーワード：正規化植生指標、CROPWAT、農業用水需要量

Keywords: Normalized Difference Vegetation Index(NDVI), CROPWAT, crop water requirement(CWR)

## 気候変動予測の不確実性を、いつまでにどれだけ低減できるか？

### Predicting future uncertainty constraints on global warming projections

\*塩竈 秀夫<sup>1</sup>、Daithi Stone<sup>2</sup>、江守 正多<sup>1</sup>、高橋 潔<sup>1</sup>、森 俊介<sup>3</sup>、前田 章<sup>4</sup>、Myles Allen<sup>5</sup>

\*Hideo Shiogama<sup>1</sup>、Daithi Stone<sup>2</sup>、Seita Emori<sup>1</sup>、Kiyoshi Takahashi<sup>1</sup>、Shunsuke Mori<sup>3</sup>、Akira Maeda<sup>4</sup>、Myles Allen<sup>5</sup>

1.国立環境研究所、2.Lawrence Berkeley National Laboratory、3.東京理科大、4.東京大学、5.University of Oxford

1.National Institute for Environmental Studies, 2.Lawrence Berkeley National Laboratory, 3.Tokyo University of Science, 4.The University of Tokyo, 5.University of Oxford

全球平均地上気温変化(dT)の将来予測には、大きな不確実性がある。気候安定化のための政策に関する議論の多くは、気候変動予測の不確実性に関する「現時点での知見」に基づいている。この予測の不確実性を低減するために多くの努力が行われているが、いつまでにどれだけ低減できるかが分からないため、「将来の将来予測不確実性の低減」に関する情報を、政策判断に盛り込むことは出来ていない。気候政策の逐次意志決定に関する研究も行われているが、「2030年に完璧な知見が得られる」などの理想的な仮定をおくしかない状況である。

我々は、CMIP5マルチGCMアンサンブルの実験結果を解析し、「dT将来予測の不確実性を、いつまでにどれだけ低減できるか」を評価する手法を開発した。ここでは、1つのGCMの将来予測実験結果を疑似観測データだと仮定し、ほかのGCMの実験結果を予測だと考える。その上で、過去の観測データとGCM予測実験との比較によって将来予測の不確実性を制約するASK法(Allen et al. 2000, Stott & Kettleborough 2002)を適用した。この方法で、温暖化シグナルの増大と、地上気温観測データの集積によって、予測の不確実性をいつまでにどれだけ低減できるかを評価した。データが少ない場合は、ASK法では余計な誤差が生じるため、制約可能性がない。しかし、2049年まで観測データがたまると、2090年代のdT将来予測の不確実性制約が可能になり、生の予測の不確実性幅に対して60%以上低減することが出来る。

本研究の結果は、気候政策の逐次意志決定に関する研究に対して、実現可能性の高い不確実性低減の情報を提供可能であることを示している。

キーワード：気候変動、気候変動予測

Keywords: climate change, climate change projection

## 冬季に急速に発達する南岸低気圧に対する日本海上空のメソ擾乱の影響

Relative role of meso-alpha scale disturbance over Japan Sea on the rapid-developed low pressure near of Japan in winter

永井 将貴<sup>1</sup>、\*樋口 篤志<sup>1</sup>

Masaki Nagai<sup>1</sup>, \*Atsushi Higuchi<sup>1</sup>

1. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター

1.Center for Environmental Remote Sensing (CEReS), Chiba University, Japan

本研究では、冬季に頻発する南岸低気圧の急速な発達に対し、同じく日本海上空の日本海寒帯気団収束帯 (JPCZ) 上に出現しやすいメソ $\alpha$ スケールの擾乱が与える影響について、事例解析およびコンポジット解析を行ない評価を試みた。利用したデータはJRA-55 および MSM である。南岸低気圧抽出は地上更正気圧を用いた低気圧抽出アルゴリズムを、日本海上のメソ擾乱抽出には平滑化した900hPa の相対渦度をそれぞれ用いた。事例解析では、温暖前線前面から日本海側に向かう対流圏下層の強い東風が特徴的であり、太平洋上空から日本海上空への熱・水蒸気輸送の様子が確認できた。統計的な特徴を捉えるために、低気圧中心でコンポジット解析を行った。メソ擾乱を伴うケースと伴わないケースの差分では、メソ擾乱に向かう下層東風が明瞭に現れており、水蒸気収束の差分ではメソ擾乱の存在の有無で約23%の水蒸気が低気圧中心に流れずにメソ擾乱に向かうことが明らかになった。一方、単純にメソ擾乱の有無で南岸低気圧の発達率の比較を行った際には有意な差は認められなかったが、それぞれのケースに対し、異なる物理量 (メソ擾乱無：見かけの水蒸気減少 [Q2], メソ擾乱有：日本海の可降水量) を用いて分離することにより、南岸低気圧の発達率に対するメソ擾乱の影響について定性的に説明することが可能となった。

キーワード：南岸低気圧、メソ擾乱、水蒸気

Keywords: low pressure near of Japan in Winter , meso-scale disturbance, water vapor

ベトナム・ドンナイ川流域上流部における土地利用/土地被覆変化による河川流況変化に関する研究  
Land use / land cover changes and its effect on flow regime in Vietnam's Dong Nai upstream river basin

\*Truong Nguyen Cung Que<sup>1</sup>、Nguyen Hong Quan<sup>2</sup>、近藤 明彦<sup>3</sup>

\*Nguyen Cung Que Truong<sup>1</sup>、Hong Quan Nguyen<sup>2</sup>、Akihiko Kondoh<sup>3</sup>

1.千葉大学大学院理学研究科、2.Institute for Environment and Resources - Vietnam national university in Ho Chi Minh city、3.千葉大学環境リモートセンシング研究センター

1.Graduate School of Science, Chiba University, 2.Institute for Environment and Resources - Vietnam national university in Ho Chi Minh city, 3.Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

土地利用・土地被覆変化(LUCC)は水文レジーム変化の主要な要因のひとつである。その水文レジームへの影響は世界中の様々な国で進行中の研究課題になっている(Bewket and Sterk, 2005; Costa et al., 2003; Dao et al. 2014; Kashaigili, 2008, Kashaigili and Majaliwa, 2013; Li et al., 2009; Mou et al., 2015; Nie et al., 2011)。ベトナムにおいても2009年から策定された「ベトナムにおける気候変動及び海面上昇のシナリオ」に起因し、水文環境の変化に関する研究は注目されている。しかし大規模流域の水文学の研究は少ない。ベトナム第2の流域面積であるドンナイ川流域は、ベトナムの主要な経済開発地域(国のGDPの23%を占めている)に位置する。ドンナイ川流域の水資源は地域発展の上で重要である。本研究の目的は、ベトナムドンナイ川流域上流部における流況曲線分析の結果を用いた土地被覆変化及び河川流況変化の関係性の検討である。

ドンナイ川の流域面積は14,706.2km<sup>2</sup>であり、ランドサット画像解析から得られた1973年における主な土地被覆は、森林85.54%・農耕地13.77%であった。この比率は1994年まで大きな変化がなかった(73.06%と23.52%)。しかし2005年の時点で森林面積が大幅に減少し(51.60%)、逆に農耕地が40%まで増加した。2014年にそれらの割合は44.64%と50.46%だった。従って1994年から2005年まで3,343km<sup>2</sup>(流域の22.7%)の森林が農耕地に転換した。

さらにGIMMS-NDVIデータセットを用いた1994年から2006年までの連続的な植生変動を検討したことにより、森林伐採は1998年から始まっているように見られた。また植生が2000年以降に回復したが、2005年にもう一度減少が見られました。

本研究では、チアン貯水池及びダニウム貯水池流入量を河川流量データ(1993年から2009年までの日データ)として使用した。河川流況曲線の変化及び補水・平水・低水・濁水流量の変化を分析しました。土地被覆が大幅に変化した期間の1994年と2005年の間に、ダニウムでは1999年にすべての流量が急に増加し、その後減少した。ただしチアンにはダニウムと比較すると、濁水流量以外の流量は同様な変化になった。植生変化に対して、1999年に最大流量が増加し、それから減少した。そして2006年にもう一回増加した。

空間・時間スケールの異なる衛星データであるランドサット及びGIMMS-NDVIを用いて湿潤地域のLUCCのと流況変換の関係が明らかにした。大規模なLUCCの後には最大流量の増加をもたらしながらも、平水・低水流量も増加した。

キーワード：ドンナイ川流域、LUCC、河川流況、流況曲線

Keywords: Dong Nai river basin, LUCC, flow regime, flow-duration curve



## 大阪平野深部の高塩濃度地下水の起源

## Sources of deep saline groundwater in the Osaka Basin

\*新谷 毅<sup>1</sup>、中西 梢<sup>4</sup>、益田 晴恵<sup>1</sup>、小野 昌彦<sup>2</sup>、丸井 敦尚<sup>2</sup>、石川 剛志<sup>3</sup>、永石 一弥<sup>5</sup>

\*Tsuyoshi Shintani<sup>1</sup>, Kozue Nakanishi<sup>4</sup>, Harue Masuda<sup>1</sup>, Masahiko Ono<sup>2</sup>, Atsunao Marui<sup>2</sup>, Tsuyoshi Ishikawa<sup>3</sup>, Kazuya Nagaishi<sup>5</sup>

1.大阪市立大学大学院理学研究科、2.産業技術総合研究所、3.海洋研究開発機構、4.大阪市立大学理学部、5.マリンワークジャパン

1.Graduate School of Science,Osaka University, 2.National Institute of Advanced Industrial Science and Technology , 3.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4.Faculty of Science, Osaka City University, 5.Marin Works Japan

Osaka Plain is on a sedimentary basin >1500m deep, which is one of the large reservoirs of groundwater in Japan. In the deepest part of the basin, saline groundwaters, of which the highest chloride concentration is >15000mg/L , have been reported (e.g., Kajikawa, 2004; Nakaya et al., 2009). Source of the saline waters has not been clearly understood. In this study, groundwaters sampled from the Osaka basin and its surroundings were analyzed for chemical components and isotope compositions of water oxygen and hydrogen and dissolved boron to specify the origins of saline groundwater.

Based on the 3D mapping, highly saline groundwaters distributed in and just above the basement rocks of the Osaka Basin. Also, groundwaters containing >100mg/L Cl<sup>-</sup> distributed along Arima-Takatsuki tectonic line, beneath Uemachi plateau and at the foot of Izumi mountains. Low chloride (<100mg/L) groundwaters ranged within  $\delta D$ : -60‰~-45‰ and  $\delta^{18}O$ : -9‰~-6‰, and the isotope ratios were plotted on the global meteoric water line (Craig, 1961). While, those isotopic characteristics of groundwaters with >100mg/L Cl gave two different trends from the global meteoric water line; one was on the area between the mixing lines of seawater and local meteoric waters, and the other was on the trend similar to the so called Arima brine, which gave the oxygen isotope shift. These characteristics were clearer for the relationships between chloride concentration and hydrogen isotope ratios, i.e., the latter ones have lower  $\delta D$  (-60‰~-40‰) than those of mixing water of seawater and local meteoric water. Except one from the southern area (Ishibotoke), which have been defined as Arima-type brine, the saline groundwaters with >1000mg/L Cl<sup>-</sup> similar to the Arima brine did not show high-temperature water-rock interaction judged from low Li/Na ratio and boron isotope ratios, which showed the mixing of seawater. However, some of saline groundwaters plotted on the mixing area between seawater and local meteoric waters, especially from the basement granitic rocks experienced water-rock interaction at high temperature. Thus, the most of saline groundwaters in the deepest part of Osaka Basin would be originated from seawater, and had different evolution processes to obtain the unique chemistries.

キーワード：塩水、同位体、大阪

Keywords: saline water, isotope, Osaka

## 水環境と人間環境（2011東北大地震を例として）

Water Environment and Human Environment. (For example 2011 TOHOKU Great Earthquake)

\*西澤 勝<sup>1</sup>\*Masaru Nishizawa<sup>1</sup>

1.なし

1.none

副題)「津波により構造物が破壊」結果「人間の心も破壊」

私は、この去る10月、気仙沼を出発して、海岸沿いに津波跡地の復興状況を視察した。気仙沼湾を一望できるある墓に立つと、奇しくも、代議士小野寺氏の親戚という叔母さんに出会う。“野花”しか供えられないと、悲しそう。野花でいいじゃないですかとなぐさめた。

殆どの墓には野花もない。しばらくは墓参りに来たとは思われない墓の風景は、どこの地方の墓も同じだ。この墓はどうやら代議士小野寺五典氏の菩提寺のようで、かなりの数の小野寺家の墓があった。その墓から45号線を100m程下ると、“浪到達点”の碑があった。津波はここまで来たわけである。

これより気仙沼湾岸に沿って、復興工事を見たり、住民の子連れでの釣りをしながら仙台方面に向かい海沿いに下る。気仙沼湾一帯は今、矢板というのかそんなに厚くない鉄板をさかんに海に打ち込んでいる最中であつた。新聞等の報道によると、7m程の高さに計画されている。工事中の土盛の上に昇って（丁度日曜日で、工夫のお休み中で無断で入れた。）海とその矢板のような鉄板のぶち込まれた海岸を下る。途中海を散歩するご夫婦や犬と散歩する人に出会う。

かなり仙台寄りに沿岸を歩き見してきた内日が暮れる。しかたなく45号線をひたすら歩くことにする。気仙沼市内のイーオンの広場では、若者たちが小雨にもかかわらずお祭りのようなライブに楽しんでた。イーオンのシャワートイレに入りながらこの汚水は浄化後海に放出されるのだなと思う。気仙沼浄水場のサンマを一匹120代で6匹買う。日暮れとなった45号を仙台にひたすら歩く。“柳津”まで7時頃に着くと、今夜中に仙台に帰れるはずのバスがあつた。

ひたすら夜の道を歩くと偶然“陸前小泉”とかのバス停に会う。時間を見ると8時50分に“志津川”行きのバスがあつた。津波以前は鉄道であつたが、今はJRバス。屋根はあり、時刻表はあり、歩き疲れた体を休めてバスを待つ。宮城バスの立札は小さくて暗い夜道では見失い易い。志津川行きのバスに乗ると女の人が2人、男を含めて2人。運転手の5人。志津川を降り2時、若いその1人の男の人が、今から仙台行きは無理だから“ホテル観洋”に泊まることを教えらる。志津川からただ45号線をひたすら柳津を目指して歩く。ホテル観洋は津波で骨格部分を残しやられたホテル。暗いホテルの前を通るとまず、女の人が来る。やりすごすと次に若いフロントが来る。全然泊まる気のないことを伝える。女の方は売春。男は客引きで止まるとどうということになるか。ホテルをすぎる。真暗い45号線をひたすら“柳津”を目指す。途中“本吉”で町の女の子のアナウンス。ここでは“本吉はまなす”が復活したとの碑がある。知床の岬に“はまなすの咲くところ……”を口ずさむ。マイクは明日の医院の開院など住民に必要なことを伝え、一日の苦勞をねぎらう。“献花台”があつた。津波被害者のだ。前方は真黒くただ浪の音のみ。“祈り”をささげ頭を垂れる。

途中、カマボコ型の小さな貸小屋がいくつもある。1ヶ月4千円。それを過ぎると1日3000円とある。つまり1ヶ月以内に他を探して出て行きなさいよということ。いくつもあつた。そろそろ“柳津”と思うが見当たらない。どうも道がそれていたらしい。私は45号をひたすら行き仙台を目指す。朝の5時を過ぎ柳津を通り過ぎたことを、缶コーヒーを買いに来たおじさんに教えらる。途中真暗い45号線は星が大きく美しかった。北斗七星の輝きは八ヶ岳以来の大きくて美しさであつた。キラキラだ。何度も立ち止まって天を仰ぐ。

暗くて道路との路肩が判らず草に足をとられて転倒すること2、3度。ダンプは通り、乗用車はたまに通るが人家はまるでない海岸岩壁の合間を、車と対向して歩く。車が来るとライトがまぶしく、逆の隅によけて立ち止まる。上り下りの岩壁の合間に、時々、ここから先は過去の津波到達点の表示あり。45号をひたすらあるくと“北上川”が右側に流れる。北上大堰も見え、世はうす明るくなる。結局、気付くと蛇田まであと10kmと出た。蛇田は友人の生家で石巻だ。北上夜曲を口ずさみながら蛇田方面に歩く。石巻、女川までは津波跡地をなんどもたずねた。石巻に着くと幼児が先生らしき人と出てきて石巻駅はあちらよと教えられた。子供に助けら

れた。それまでは大人の人には本当のことは言わない。うそを教えるので聞く気がおきなくなっていた。皆が皆そうではないが……。"なんとなくからかわれている気さえしていた"。あいつ今夜は仙台に帰れなくしてやれというような気配。石巻駅に近づくとつれ、子どもたちが元気で遊んだりしているのが救いであった。大きな声で言いたい。

◎"子供は未来の宝者"

石巻→仙台は仙台線が開通していた。車窓から、津波跡の"野蒜""奥松島""松島""塩釜"を見る。結局石巻を午前11時頃発ち、仙台に午後1時前に着いたか。途中、車中から海岸にまるで高速道路の"音の遮蔽"板のようなものをみることができた。川治いにも同じものが出来ている。気仙沼以北岩手寄りには完成しているところもあるとか。

この考えは"陸"と"海"を"遮蔽"板で区切る考え。「音の遮蔽」と「海（波）と陸」の遮蔽は全く異なる。浜はなくなる。海の（自然の）恩恵を受くる者は、又自然の恐ろしさを知り、『海との共存』が大切。役人はじめ、代議士、知事、市町村長の頭は狂うているとしか思えない。山（岳）を削り、樹木を撫で切りにし、海や河川に"遮蔽板"のようなものをつくり、海浜はむろん海水の流れ、汚染を10-20年後に見てもらいたい。湾口防波堤でこりてるのでは!?10-20年経つと決まって、湾内の水質調査を依頼する。湾口を小さくして海水の出入りを制限すれば、湾内の推移は悪化することはあたりまえ。海は静かにはなるかも。構造物を作ると必ず自然はそれに対応した反応を示してくる。"薬"と同じ。薬害とか公害とかを考えて計画せよ。霞ヶ関のような都心の高層ビルからでは国民のための政策は出ない。又、今の政治家は市町村から県、国会議員、大臣に至るまでその質の悪さは目を覆うばかりである。

◎"天地は国の明鏡なり"とは古人の名言。

霞ヶ関の号令は国の隅から隅まで行き渡る。

私は一人の科学者として"学術会議"に強く期待する。学術会議あげてこの狂ったとしか思えぬ霞ヶ関と国会議員、大臣の頭の脳味噌を洗い清めるしかないと思われる。今回の調査は前日の午後3時頃、気仙沼を出発。翌日13時頃の仙台に帰着となった。こういう調査は二度とないと思いき記して学会で発表する気となる。

◎「子供は未来の宝者」若者を育てるのが我らの使命と感ずる。

◎若者を育て、日本の未来を明るく背負ってもらおうべく尽力せし。幼児から、子供から希望を与えてもらった！忘れ得ぬ調査なり。

（2015, 10月 地震学会のポスターの参考資料に加筆を加えた）

## Analytical Possibilities of X-Ray Fluorescence Spectrometer (XRF) for Trace Metals Determination in Soil by Using Reference Standard

\*Mst. Shamsun Nahar<sup>1</sup>

1.Earth Consultant Co. Ltd, Toyama, Japan

### Abstract

Certified standard reference soils were used in this study for investigating the accuracy, precision and repeatability of the XRF method for metals determination in soil in comparison with the traditional analytical methods.

Major and trace elements in soil cannot be measured simultaneously by using any conventional analytical techniques including atomic absorption spectroscopy (AAS), inductively coupled plasma mass spectrometer (ICP-MS) because for matrix effect. Compared with traditional methods, XRF has some potential advantages for soil heavy metal analysis, it is nondestructive with rapid throughout, simple sample preparation and cost savings mater, avoiding acid digestion is appropriate for field screening for most metals. The objectives of this study were to determine the detection limits, accuracy of analytical data and efficiency of a XRF by using soil standard in comparison with the traditional analytical methods, AAS and ICP-MS in determining of major and trace elements simultaneously of contaminated soils.

Keywords: Soil Standard, ICP-MS, XRF, Matrix Effect, Trace Metals