

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 5 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23405001

研究課題名(和文)北東アジア半乾燥地における土壌中の環境汚染物質の動態と我が国への影響

研究課題名(英文)Dynamics and its influence to our country of environmental pollutants in soils in semi-arid region, Northeast Asia

研究代表者

田村 憲司(TAMURA, KENJI)

筑波大学・生命環境系・教授

研究者番号：70211373

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,700,000円、(間接経費) 4,110,000円

研究成果の概要(和文)：近年、北東アジア半乾燥地では、家畜頭数が大幅に増え、草原の荒廃が著しい。本研究においては砂嵐発生頻度の大きいモンゴル西部、および年毎に頻度が大きく変動する中央部を対象として植生および土壌の調査を実施した。この結果から、植生被覆や土壌硬度など地表面状態の地域差が明らかにされた。さらに、この地域の複数地点で植生被覆、土壌特性、ヒト細胞毒性、特に環境ホルモンエストロゲン活性などを調査した。以上の調査および観測を研究開始2年半継続実施した結果から、環境汚染物質の動態の我が国への影響について解析し、環境資源、野生生物の保護のための対策の必要性についてまとめた。

研究成果の概要(英文)： In semi-arid region, Northeast Asia, the livestock population has rapidly increased in recent years. Excessive grazing due to large numbers of livestock causes severe degradation of natural grassland. Furthermore, the vegetation cover of grassland has been reduced by extensive droughts caused by recent climatic changes in continental East Asia. These changes are likely to result in severe soil degradation and the release of large quantities of soil dust into the atmosphere. This study clarified that estrogen-like substances were contained in Hustai National Park(HNP)-Tur river water and surrounding soil. It can be considerable that estrogen-like substances from urban area cause contaminations suburb area. For human health, wildlife (Takhi), and the environmental resource protection (grassland), it is necessary to rethink conventional wisdom about effluent treatment. In so far as Takhi protection in HNP, we should keep them away from Tur river.

研究分野：土壌科学

科研費の分科・細目：農学・環境影響評価

キーワード：土壌 黄砂 半乾燥地 モンゴル 放射性核種 環境汚染物質 137Cs 北東アジア

1. 研究開始当初の背景

北東アジアの大陸において 2000 年代初め以降砂嵐が多発しており、大気中へ巻き上げられた砂塵(黄沙)の日本への飛来も頻りに観測されている。2002 年以降、最大規模の砂嵐発生および砂塵飛来があり、その影響は深刻で北東アジアの広範囲に及んでいる。従来は中国西部の砂漠(タクラマカン砂漠等)、ゴビ砂漠および黄土高原が主要な砂塵の発生地として考えられてきたが、近年では砂漠地帯よりもモンゴルや中国北部の草原域において目立って砂嵐の発生頻度が高い傾向にある。その主な理由として当該地域における春季の強風発生頻度の増大、および干ばつや人為による植生減少や土壌劣化などの砂漠化が考えられている。日本学術会議では、2010 年 2 月、「黄沙・越境大気汚染物質の地球規模循環の解明とその影響対策」の中で、2010 年、我が国において発生した口蹄疫の病原菌である口蹄疫ウイルスの黄沙の平井が原因であることを推測している。しかしながら、中国、モンゴルのどの地域からの黄沙に含まれる病原菌が病気を発生させるのかの確証が得られておらず、喫緊の課題として解明する義務があると、報告している。

2. 研究の目的

申請者らは、2002~2010 年にかけての 9 年間、砂漠化プロセスの解明を目的としてモンゴルおよび中国内蒙古自治区の草原、砂漠を対象に調査を実施した (CREST-RAISE プロジェクト、および科学研究費補助金(研究代表者:田村憲司))。この結果を踏まえ、気象条件の変動や人為的インパクトが及ぼす植生や土壌への影響を評価したところ、降水量変動や放牧強度に対する植生の感受性はステップやゴビステップなどの草原において極めて高いという知見が得られた。また干ばつや過剰な放牧による負荷を受け植生被覆が脆弱化した草原では、強風による土壌侵食(風食)が容易に進行することが判明した。この風食の進行は、大気への土壌粒子の移行として捉え直すことができ、申請者らの研究により、¹³⁷Cs など放射性核種を土壌粒子のトレーサーとして用いて、黄沙現象の基本的原因が大陸の草原域における砂漠化にあることを明らかにした。さらに、それらの砂塵が、そこで巻き上げられ、日本へ飛来していることが判明した。本研究では、それら地域の表層土壌および砂塵中のヒト毒性物質を含む環境汚染物質の動態を解明し、我が国への影響について明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

モンゴルにおける砂塵の発生は北部の森林地帯および西部の山岳地帯を除く全域で

認められるが、中央部および南部に分布する半乾燥地と乾燥地において著しい。この地域差は気候-植生帯の違いと、春季における積雪(残雪)分布や強風発生分布を反映していると考えられる。本研究においては砂嵐発生頻度の大きい西部および、年毎に頻度が大きく変動する中央部を対象として植生被覆度および土壌侵食の調査を実施した。この結果から被覆や土壌硬度など地表面状態の地域差が明らかにされる。さらに地表面状態と砂塵発生強度の関係を把握するためモンゴル中央部において観測を実施する。この地域は気候-植生帯の境界に位置しており年毎の降水量変動が大きい(年降水量 150~350mm)。またステップとゴビステップの両方のタイプからなる多様な草原が分布し、年および地点毎の植生量変動も大きい。この地域の複数地点で植生被覆、土壌水分量、砂塵発生強度および、風速など気象要素のデータを取得する。得られたデータの中で植生被覆や土壌水分量には、年毎あるいは観測地点毎に変動幅や変動パターンの違いが大きく表れると予想される。以上の調査および観測を研究開始 2 年半継続実施し、得られた結果から砂塵の発生を規定する各要因の定量的な関係性を明らかにする。

以上により黄沙現象の全体像と、砂漠化しつつある黄沙発生域でのヒト毒性物質を含む環境汚染物質を定量化する。さらに、この成果を進展させ、我が国への越境汚染リスクの程度を定量的に解明する。

4. 研究成果

(1) モンゴル国ゴビステップおよびステップの植生

モンゴルにおける土壌動態に関係する植被の状態を明らかにするため、ゴビステップと呼ばれる乾燥した草原、ティピカルステップと呼ばれる典型的な草原、フォレストステップと呼ばれる湿潤な草原をそれぞれ調査した。

ゴビステップ調査地はモンゴルの首都ウランバートルから西に約 1200km のシャルガ国立公園およびその周辺である。シャルガ国立公園は標高 1500m の盆地にあり周囲を 2000m 以上の山地に囲まれている。年降水量は 100mm 程度で荒涼とした草原地帯である。また、シャルガ国立公園は野生動物サイガの保護区であり、本研究によってサイガの保全に必要な植物資源に関する詳細なデータも提供できる。そこでゴビステップ植生調査および現存量評価を行い、草原管理に必要な生産力の把握や群落構造の変化を明らかにした。本研究では盆地およびその周辺の山地部分の植生の状態を把握するため、標高 1500m、2000m の盆地部分と 2400m、2800m の山地部分の 4ヶ所に調査地を設置した。植生調査および現存量推定は枠法によって行った。各調査

地に 1m×1m の調査枠を 10m 間隔になるように 10 個配置し、調査枠内に出現する植物種と種ごとの被度および草丈を記録した。1 つの調査枠で現存量測定のため植物体の地上部刈り取りを実施した。刈り取った植物体は種ごとに分け、乾燥機で 80 24 時間乾燥させた後、乾燥重量を測定した。各地点の現存量を推定するため、現存量調査枠の種ごとの被度と草丈の乗算値と現存量から回帰式を作成し、調査枠ごとの推定現存量を算出した。各地点の種多様性を明らかにするために、推定現存量を用いて種多様度指数を算出した。種組成に基づく植生分類の結果、調査地は大きく 2 グループに分類された。グループ 1 は盆地に出現する植物種で構成されるグループで、*Stipa gobica*, *Stipa glareosa* によって特徴付けられた。グループ 2 は山地に出現する植物種によって構成されるグループで *Orostachys spinosa*, *Koeleria cristata* によって特徴付けられた。2 グループ間の推定現存量に有意差が認められた ($P < 0.05$)。またそれぞれのグループには標高の異なる 2 地点が含まれており、グループ 1 は標高 1500m のサブグループ 1-1 と標高 2000m のサブグループ 1-2 に区分され、グループ 2 は標高 2400m のサブグループ 2-1 と標高 2800m のサブグループ 2-2 に区分された。サブグループ間の推定現存量に有意差が認められた (図 1, $P < 0.05$)。また、グループ間の種多様度指数に有意差が認められた ($P < 0.01$)。サブグループ間の多様度指数は標高が上昇するに連れて上昇する傾向があり、標高 1500m のサブグループ 1-1 と標高 2800m のサブグループ 2-2 の種多様度指数に有意差が認められた ($P < 0.05$)。本研究によってゴビステップの群落構造を明らかにした。現存量の高い盆地では種多様性が低かったが、現存量の低い山地では種多様性が高かった。盆地に比べて山地は気温が低く、風の影響を受けやすい厳しい環境である。そのため植物は矮小化して地表を覆うように生育している。しかしその出現種数は多く、均質なモザイク状に分布するため、種多様性が高かったと考えられる。一方、盆地は *Stipa* 属のような特定の種群が優占しているため現存量が大きいと種多様性が低くなったと考えられる。このような種多様性の低い草原は環境変化に対する可塑性が低いと、過放牧や気候変動による砂漠化を助長する可能性がある。とくに山地に比べて盆地は人間の生活域に近いと、適正な利用をされないことで植被は失われ、土壌流出が起こりやすくと考えられる。黄砂発生源の拡大を防ぐためにはゴビステップの保全が重要である。ティピカルステップ調査地はモンゴルの首都ウランバートルから西に約 80km のフスタイ国立公園である。ここは国立公園として管理される以前は放牧地であったが、その後国立公園化によって野生馬モウコノウマの保護地域に指定され、厳格な土地利用制限が行われているコアゾーンと、現地

住民による土地利用を許可しながら管理するバッファゾーンに分けて草原管理している。そのため土地利用の違いによる草原の状態を比較しやすい。本研究ではさまざまな土地利用形態や地形を考慮して、7ヶ所調査地を設置した。調査地点は山地コアゾーン、平地コアゾーン、山地バッファゾーン、平地バッファゾーン東、平地バッファゾーン西、半自然草原、放棄農耕地と区分した。植生調査および現存量推定は枠法によって行った。各調査地に 1m×1m の調査枠を 10m 間隔になるように 5 個配置し、調査枠内に出現する植物種と種ごとの被度および草丈を記録した。1 つの調査枠で現存量測定のため植物体の地上部刈り取りを実施した。刈り取った植物体は種ごとに分け、乾燥機で 80 24 時間乾燥させた後、乾燥重量を測定した。各地点の現存量を推定するため、現存量調査枠の種ごとの被度と草丈の乗算値と現存量で回帰式を作成した。種組成に基づく植生分類の結果、調査地は 3 グループに分類された。グループ 1 は山地コアゾーン、平地コアゾーン、山地バッファゾーン、平地バッファゾーン東、平地バッファゾーン西で構成されるグループで、*Stipa krylovii*, *Artemisia pectinata*, *Artemisia adamsii*, *Allium bidentatum* によって特徴付けられた。グループ 2 は半自然草原によって構成されるグループで *Leymus chinensis*, *Carex duriuscula*, *Artemisia frigida*, *Potentilla bifurca* によって特徴付けられた。グループ 3 は放棄農耕地によって構成されるグループで *Potentilla conferta*, *Linaria actiloba*, *Silene jennisseeensis*, *Erodium stephanianum* によって特徴付けられた。これらの違いは土地利用履歴が関係していると考えられた。グループ 1 は現在コアゾーンとバッファゾーンとして管理されているが、国立公園となる以前は放牧地として利用されていた。グループ 2 は以前から採草地として利用されており、グループ 3 は国立公園となる以前に農耕地として利用していたが現在は採草地として利用されている。すなわち草原を構成する植物の種組成は、国立公園となる以前の土地利用履歴が反映していると考えられた。山地コアゾーン、平地コアゾーン、山地バッファゾーン、平地バッファゾーン東、平地バッファゾーン西は、種組成では同じグループであったが種多様度指数や現存量は異なっていた。山地コアゾーン、平地コアゾーンは *Stipa krylovii* の割合がそれぞれ 95.3%、86.0% を占めていた。平地バッファゾーン東は *Stipa krylovii* の割合が 93.1% だが、現存量が大きい山地バッファゾーンと平地バッファゾーン西は *S. krylovii* の割合がそれぞれ 1.7%、0.4% で、*Artemisia* 属が優占していた。すなわち、現在の利用形態が種多様性や現存量に反映していると考えられた。利用価値の高い草原は持続的に利用する一方で、利用価値の低い草原は農耕地など

に転換されやすい。しかしながら、開墾した農地を持続的に利用しないことは新たな問題を発生させることになる。本研究では風雨による土壌侵食が発生しやすい耕作放棄地にも着目し、モンゴル・フスタイ国立公園における耕作放棄後の植生回復について調査を行った。

近年、モンゴルにおいて急速に耕作地開発が進行している。2009年時点で、作付面積は約27万haに達し、毎年3万5000haの割合で増加している(小長谷 2010)。そして、近年のモンゴルにおける耕作地の選定においては、消費地に近いことが重要とされており(小長谷 2010)、実際にウランバートル周辺で耕作地開発が進んでいる。今後、都市部の耕作地開発がますます進行する可能性がある。しかし、モンゴルの草原地帯において、放棄後13年経過した耕作放棄地では、1m²内に平均2種しか植物種が出現しないと報告されており(Hoshino et al. 2009)、耕作放棄後も長期にわたって植生が回復しない可能性がある。したがって、モンゴルにおける耕作地開発は、将来的に広大な不毛の地を生じさせてしまう恐れがあり、早急に耕作放棄後の植生回復過程を明らかにする必要がある。そこで本研究では、ウランバートル近郊に位置するフスタイ国立公園において、放棄後3年間経過した休耕地、放棄後20年以上経過した耕作放棄地において植生調査を行い、自然度の高い放牧地と種組成を比較することにより、耕作放棄地の植生回復過程について検討することを目的とした。調査は2011年にフスタイ国立公園の外側に位置するバッファゾーンで行った。フスタイ国立公園では、1993年以降、家畜による放牧が禁止され、原則野生動物にのみ利用されている。バッファゾーンでは、1993年以降も家畜の放牧が継続されている。バッファゾーンに位置する3年間休耕している耕作地で17スタンド、放棄後21年経過した耕作放棄地で5スタンド植生調査を行った。自然度の高い植生として、2010年にフスタイ国立公園内で取得した8スタンドを使用した。耕作履歴は聞き取り調査によって行った。各スタンドにおいて、植物社会学的方法(Braun-Blanquet 1964)に基づき、植物種ごとの優占度・群度を記録した。さらに全てのスタンドにおいて、植物群落高と植被率を記録した。また、各スタンドの立地情報として海拔高・傾斜・方位を記録した。調査面積は、3m×3mで行った。取得した植生調査資料を用いて、スタンド間の類似性をみるために、非計量多次元尺度法(Non-metric Multidimensional Scaling, 以下NMDS)を用いて系列化を行った。放棄後3年間経過した休耕地では、*Artemisia sieversiana*や*Artemisia scoparia*の優占度が高く、高常在度で出現していた。放棄後21年間経過した放棄地では、*Potentilla chalthorum*や*Linaria acutiloba*の優占度が高く、高常在度で出現していた。自然度の高

い植生で優占していた*Stipa krylovii*は、放棄後3年間経過した休耕地では出現せず、放棄後21年間経過した放棄地で、わずかに出現していた。平均出現種数は、放棄後3年間経過した休耕地で9.7種、放棄後21年間経過した放棄地で14.6種、自然度の高い放牧地で18.8種であった。NMDSによる系列化の結果をみると、放棄後3年間経過した休耕地のスタンドと放棄後21年間経過した放棄地のスタンドは2軸上で離れて配置されており、種組成の違いが見られた。しかし、放棄後21年間経過した放棄地のスタンドおよび放棄後3年間経過した休耕地のスタンドは、自然度の高いスタンドと1軸上で離れて配置されていた。これらのことから、放棄後3年から放棄後21年にかけて、一定の種組成変化は見られたが、その変化は自然度の高い植生に近づく変化ではない可能性が示された。

(2) モンゴル国における森林および草原下の土壌特性

土壌から見た草原生態系の変化に対する、その影響の評価、また対策予防のためには、土壌特性や分布が基本情報として必要である。先行研究では様々な地域の土壌の性質が明らかにされているが、いずれもモンゴル国中央部典型ステップや、南部乾燥ステップ地帯が中心であり、北部地域を中心に分布する森林ステップ地帯での土壌特性に関する研究は少ない。また、森林ステップには斜面方位と位置によって植生の変化が顕著であり、植生漸移帯がほとんど存在しないという景観上の特徴があり、植生についての研究が行われている。しかし、土壌学的特徴についてはほとんど研究されていない。そこで、本研究ではモンゴル森林ステップ地帯の土壌の特性を明らかにすることを目的とした。

モンゴル国トゥブ県北東部に位置するゴルヒ・テレルジ国立公園内(以下TER、森林ステップ)、南西部に位置するフスタイ国立公園内(以下HUS、メドーステップ)から異なる植生下で計6地点の土壌断面調査を行い、層別土壌を試料として化学分析に供した。実験項目として、CEC(バッチ法)、交換性塩基(原子吸光法)、全窒素および全炭素量(乾式燃焼法)等を行った。

TER、HUSとも植生の違いと土壌A層の厚さには強い関係が見られた。TERでは全地点で炭酸塩集積は見られず、これは降水量が豊富であることに起因していると考えられた。TER-F2では表層での漂白が見られ、鉄の下方への移動、集積の可能性が示唆された。HUSでは特に下層で緻密度が高く、また団粒構造が表層でのみ弱く発達していることから、地点の乾燥化が確認できた。

全地点で下層へ行くほど全炭素、全窒素量、交換性塩基量が減少する傾向が見られた。TER-G,T,F1地点間、またHUS-G,F地点間では土壌化学性に大きな違いを確認することは

できなかった。また、TER 表層の全炭素量と CEC には関係が見られ、表層の CEC が腐植中の変異荷電に起因する可能性が示唆された。土壤表層の全炭素量、窒素量自体も先行研究で示されたモンゴル典型ステップ及び乾燥ステップの地点よりも高い値を示した。

TER では降水量が比較的多く、植生が豊かであるという森林ステップ地帯の特徴、また急斜面上に位置するという地形的特徴が土壤生成に強く影響している事が示唆された。TER-F2 は他の地点と生成過程が異なり、どのような相互関係があるのかを今後考察する必要がある。HUS でも同様に表層で植物からの豊富な有機物の供給があることが考えられるが、TER と比較すると下層ではその影響が低いと考えられた。また HUS の 2 地点間では大きな違いが見られず、過去に植生の変化が繰り返されている可能性が考えられた。

(3) フスタイ国立公園における環境中の内分泌かく乱作用評価

環境資源である東アジア草原保護のための提言として用いるため、モンゴル国都市近郊部における土壤及び河川水の内分泌かく乱作用の検出を目的とした。

フスタイ国立公園内のモンゴル政府が遊牧民の居住を制限し、野生ウマ(Takhi)を中心に生体系の管理を行っている Core zone(HNP-2)と遊牧民の居住が許されている Buffer zone(HNP-5)と、二点からは距離が離れている Tuul 川沿いの HNP-tuul にてサンプリングを行った。前者 2 地点と比較することにより、HNP-tuul での活性が放牧圧の有無に左右されるものではなく、河川水の影響を受けたものであると判断した。

ATCC から購入したヒト乳腺上皮細胞株 MCF-7 は Dulbeccos modified eagles medium(DMEM)に 10%FBS、1%PS を加えた培地で、37℃、5%CO₂ 存在下で培養した。サンプル処理には、内分泌かく乱作用を有するフェノールレッド及び FBS 成分による影響を防ぐため、活性炭処理済みの 10%FBS、フェノールレッド不含の RPMI 培地を使用した。

100 cc コアサンプラーを用いて、各サイト 3 カ所、表層 5 cm の土壤を採取した。土壤サンプルは 5 g ずつ 40℃ で 2 時間培養した後、2 mm の篩にかけ、2 g 採取した。その後、70%EtOH を加え 10 分間超音波処理をし、24 時間振盪した。浸透後、30 分間 2000rpm で遠心し、0.45 μm のフィルターでろ過後、pH を 7.5±0.1 に調製した。さらに 0.22 μm のフィルターでろ過し、これらを各地点の土壤抽出サンプルとした。また、Tuul 川では、河川の中腹部分でサ河川水のサンプリングを行い、0.22 μm のフィルターでろ過し、Tuul 川の水サンプルとして用いた。細胞に添加する際は RPMI 培地で希釈した。

アメリカ合衆国環境保護庁(EPA)で推奨されている E-screen assay にて内分泌かく乱

作用の評価を行った。土壤抽出サンプルを RPMI で 1*10⁻⁶%~0.1%(v/v)に希釈し、MCF-7 に処理した。3 日目にサンプルを再添加し、計 6 日間反応した後、MTT で生存細胞にホルマゼンを形成させる。MCF-7 は Estrogen 依存的増殖をするため、細胞存在率から内分泌かく乱作用の有無について考察した。

Estrogen 依存性細胞増殖したと考えられる MCF-7 において、エストロゲン受容体 ER-α と転写因子 c-jun の 2 遺伝子をターゲット遺伝子として Real-time PCR を用いて解析した。

HNP-2 と HNP-5 における E-screen assay の結果から、放牧圧の有無による内分泌かく乱作用の違いがわずかではあるが確認できた。また、HNP-tuul の土壤サンプルについては活性が顕著に確認できた。このサンプルは Tuul 川沿いで採取したものであるため、河川水から浸出した化学物質が集積しているのではないかと、考えられる。その後行った、Tuul 川の水サンプルを用いた Real-time PCR では、ER-α、c-jun とともに発現量が増加した。これらの結果から、Tuul 川沿岸部の土壤及び河川水には内分泌かく乱作用を示す物質が集積していることが推測でき、さらに、その影響が研究対象値の非常に広い範囲に及んでいることが明らかとなった。本研究対象地 黄砂の発生域として考えられることから東アジア全域に内分泌かく乱作用を示す物質が広がっている可能性を示唆している。

ヒトの健康の維持や環境資源、野生生物の保護のためには、ウランバートルの工業地における排水処理法の見直しや、制限を再考するべきである。また、今後は Tuul 川の上流、ウランバートル内を流れている箇所、下流でも同様の調査を行うことその他に、原因物質の化学的分析が緊急の課題として上げられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 3 件)

鈴木康平, 上條隆志, Undarmaa

Jamsran, 田村憲司 (2013) モンゴル・フスタイ国立公園内外のステップ植生の比較による保護区設置効果の評価. 日本植生学会誌, 30, 85 - 93 (査読あり)

Isa Fumika, Undarmaa Jamsran and Kenji Tamura (2012) The influence of ecosystem management on morphological and physicochemical properties of soil in Hustai National Park, Mongolia, Tahi, 10: 26-50 (査読なし)
Kohei Suzuki, Takashi Kamijo, Undarmaa Jamsran and Kenji Tamura (2012) Short-term and long-term processes of abandoned cropland recovery of vegetation in Husitai National Park, Tahi, 10: 72-82 (査読なし)

〔学会発表〕(計9件)

小熊宏一郎・田村憲司・川田清和・ウングルマー・ジャムスラン：モンゴル国森林ステップ下の土壌特性、日本ペドロロジー学会、2014年3月21日、島根大学農学部

Sinchilelt, Takashi Kanda, Hideshi Fujiwara, Wuyunna, Kenji Tamura, Takashi Kamijo, Toru Nakamura : Effects of soil erosion rates on vegetation and soil physicochemical properties in a crop abandonment steppe of Inner Mongolia, 植生学会、2013年10月13日、仙台市戦災復興記念館

Taiki Inoshita, Han Junkyu, Hiroko Isoda, Undarmaa Jamsran, Kenji Tamura : Estrogenic activity evaluation of soil extract and river water at Hustai National Park, Mongolia, The International Meeting in Hustai National Park, Mongolia, 2013年01月26日, Hustai National Park, Mongolia

Kohei Suzuki, Takashi Kamijo, Undarmaa Jamsran and Kenji Tamura : Short-Term and Long-Term Processes of Abandoned Cropland Recovery of Vegetation in Hustai National Park, 2013年01月26日, Hustai National Park, Mongolia

宮下央章・田村憲司・ハン ジュンギョ・磯田博子：モンゴル国フスタイ国立公園における草原土壌の環境毒性評価、日本土壌肥料学会、2012年9月4日、鳥取大学

井佐芙美佳・田村憲司・Undarmaa Jamsran・上條隆志・浅野真希・鈴木康平・東 照雄：モンゴル国フスタイ国立公園における生態系管理が土壌の諸性質に及ぼす影響、日本ペドロロジー学会、2012年4月6日、首都大学東京

神田隆志・田村憲司・東 照雄・恒川篤史・八田珠朗・烏云娜・中村 徹：ユーラシアにおけるステップ土壌中の粒径サイズごとの有機炭素蓄積量と粘土鉱物組成との関係、日本ペドロロジー学会、2012年4月6日、首都大学東京

井佐芙美佳・田村憲司・Undarmaa Jamsran・上條隆志・浅野真希・鈴木康平・東 照雄：モンゴル国フスタイ国立公園における生態系管理が土壌の諸性質に与える影響、日本土壌肥料学会、2011年8月9日、エポカルつくば

三好隼平・田村憲司・東 照雄：モンゴル国ズーンプレーンにおける耕作とその放棄が土壌の諸性質に与える影響、日本土壌肥料学会、2011年8月9日、エポカルつくば

〔図書〕(計4件)

Tamura Kenji (2013) Collapse and Restoration of Ecosystem Networks with Human Activity (SaKai, S., et al. Ed.), Research Institute for Humanity and Nature, 321pp

Tamura Kenji (2013) The Mongolian Ecosystem Network (Yamanaka, N., et al. Ed.), Springer, 319pp

Tamura Kenji (2013) Pastoralism and Ecosystem Network in Mongolia (Batjargal Z., et al.), Ulaanbaatar, 576pp

田村憲司・三好隼平(2013)モンゴル草原生態系ネットワークの崩壊と再生、京都大学出版会、685pp

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田村 憲司 (TAMURA, Kenji)
筑波大学・生命環境系・教授
研究者番号：70211373

(2) 研究分担者

東 照雄 (HIGASHI, TERUO)
筑波大学・副学長
研究者番号：20094170

磯田 博子 (ISODA, HIROKO)
筑波大学・生命環境系・教授
研究者番号：00375429

上條 隆志 (KAMIJO, TAKASHI)
筑波大学・生命環境系・教授
研究者番号：10301079

ハン ジュンギョ (HAN, JUNKYU)
筑波大学・生命環境系・准教授
研究者番号：40455928

川田 清和 (KAWADA, KIYOKAZU)
筑波大学・生命環境系・助教
研究者番号：70529859

藤原 英司 (FUJIWARA, HIDESHI)
独立行政法人農業環境技術研究所・
土壌環境研究領域・主任研究員
研究者番号：20354102

(3) 連携研究者

浅野 真希 (ASANO, MAKI)
筑波大学・生命環境系・研究員
研究者番号：80453538