

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 1 日現在

機関番号：33910
 研究種目：挑戦的萌芽研究
 研究期間：2010～2011
 課題番号：22651009
 研究課題名（和文） 遺伝的多様性ノーネットロスに向けた生物多様性ポテンシャル評価
 研究課題名（英文）：Biological diversity potential evaluation for no net loss of genetic diversity
 研究代表者
 南 基泰（MINAMI MOTOYASU）
 中部大学・応用生物学部・教授
 研究者番号：90340207

研究成果の概要（和文）：生態系の質の新たな評価概念として遺伝的多様性ノーネットロスを提言し、生息地スケールで動植物の遺伝的多様性維持に寄与する環境要因を抽出するためのモデルを構築した。景観スケールでは地理情報システムと分子生物学を融合させ、周伊勢湾地域の種及び遺伝的多様性ホットスポットは植生や気象要因よりも、むしろ地史的要因に寄与していることを明らかとした。生物多様性保全のための周伊勢湾地域のゾーニング、保全シナリオを作成した。

研究成果の概要（英文）：Genetic diversity no net loss was proposed as a new evaluation concept of the ecosystem quality on the diversity of genetic, species and landscape. A model to extract an environmental factor to contribute to the population and genetic diversity maintenance of the animals and plants on a habitat scale was built. In addition, using the technique that a geographical information system and molecular biology fuse, the species and genetic diversities of the Circum Ise-Bay area, Japan were contributed to the geologic history factor, rather than vegetation and atmospheric phenomena. Finally, Zoning of the Circum Ise-Bay area for biological diversity maintenance went away, and a maintenance scenario was made.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,600,000	0	1,600,000
2011 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,700,000	330,000	3,030,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学，環境影響評価・環境政策

キーワード：遺伝的多様性，生物多様性，ノーネットロス，ハビタット評価

1. 研究開始当初の背景

(1) 環境影響評価法の問題点

生物多様性は、遺伝子、種、景観の階層構造となっていて、各階層が健全な状態で初めて生物多様性が維持できると考えられている。しかし、現在の生物多様性評価法は、生

存の有無、個体数のみを評価軸としているのみである。そのため環境影響評価法(1997年)においても、回避、低減、代償というミティゲーションの種類と優先順位が示されているが、近年重要性が認識されている遺伝的多様性まで考慮されていない。現状では、「遺

伝的多様性維持のための実質的「ミティゲーション」のための評価法はなく、生物多様性オフセットに関しても同じ問題を抱え、その解決法さえないのが現状である。

(2) 遺伝的多様性まで考慮した次世代環境影響評価法の必要性

開発行為の前後で生態系の質と量を現状維持する「ノーネットロス」は、これまで特定種の生息の有無、生息数、景観中での植生、地勢等の回復、代償等を評価対象としてきた。しかし、これまでの方法論では、近年危惧されている「遺伝的多様性」を維持していくことは不可能である。

(3) 遺伝的多様性ノーネットロスの提言

従来評価対象外だった「遺伝的多様性」を生態系の質のひとつとしてネットロスの評価に加えていく方法を確立し、新たな「遺伝的多様性ノーネットロス」を提言し、「遺伝的多様性まで考慮した生物多様性オフセット」のための「生物多様性ポテンシャル評価」の確立が必要である。

2. 研究の目的

評価地域の持続可能な開発のためには、地域的固有性への配慮が必須である。本申請課題では、周伊勢湾の地域固有の生物種と生態系が集中している土岐川・庄内川流域圏を研究フィールドとし、生息地サイトレベル、流域圏レベルで、遺伝子、種、生態系のすべての生物多様性階層構造について調査研究を遂行し、最終的に融合させる。

(1) 生息地レベルでの遺伝及び種多様性評価：遺伝的多様性を評価軸とした HSI (生息地適性モデル) を構築し、個体数及び遺伝的多様性維持に寄与する環境要因の抽出、特に理化学的要素と周辺生態系との関係性を明らかにする。生息地レベルでの遺伝的多様性ノーネットロスの評価手法を確立する。

(2) 景観レベルでの遺伝及び種多様性ホットスポットのポテンシャル評価：周伊勢湾地域の遺伝及び種多様性ホットスポット抽出と環境要因の因果関係を明らかにする。また、生物多様性の観点から周伊勢湾地域のゾーニング、エコロジカルネットワーク評価を行なう。

(3) 生物多様性保全のためのシナリオ作成と環境人材育成：地域固有性ホットスポット、生物多様性コアエリアなど広域評価を行う。周伊勢湾地域の生物多様性に配慮した持続可能なコミュニティ・デザインのための基盤情報を整備、発信すると共に、遺伝的多様性のノーネットロスに向けたグラウンド・デザインのためのシナリオを作成する。

3. 研究の方法

(1) ハビタットレベルでのメタ個体群を対象とした個体数及び遺伝的多様性に寄与す

る生息地適性モデル (HSI) の構築：評価種であるハルリンドウ (植物)、モウセンゴケ (植物)、ヒメタイコウチ (昆虫)、アカネズミ (動物) の個体数のフィールド調査を行い、各評価種のオルガネラ DNA の多様性を評価軸として、それらの維持に寄与する環境要因を抽出し、生息地適性評価のためのモデルを構築する。

(2) 周伊勢湾地域のハプロタイプネットワークを用いた遺伝的多様性評価：評価種のサイトレベルでの遺伝的多様性評価結果より、流域圏内のハプロタイプネットワーク (遺伝的近縁性のネットワーク化) を構築する。

(3) 評価種の潜在的遺伝的多様性ポテンシャル評価：ハプロタイプネットワークに、各種環境要因とレイヤーして、遺伝的多様性に寄与する環境要因を抽出する。

(4) 遺伝的多様性ノーネットロスのためのシナリオ設定：周伊勢湾地域を、小流域をユニットとして、生物多様性を考慮したゾーニングを行い、各ゾーンの潜在的な生息適地および生態系類型を行い、遺伝的ノーネットロスのためのシナリオ設定をする。

4. 研究成果

(1) 生息地レベルでの遺伝及び種多様性評価：個体数及び遺伝的多様性に寄与する環境要因を抽出し、生息地適性評価のための HSI モデルを構築した。

①ハルリンドウ：里山里山の全国的な普遍種であるハルリンドウの個体数と遺伝的多様性を評価可能な HSI モデルを構築できた。本モデルから、個体数 (斜面方位、土性、土壌含水比、天空率、裸地率) と遺伝的多様性 (天空率、裸地率、植物種数) は異なる SI が抽出された。また、過去に造成などの地形が改変するような攪乱を受け、その後植生が回復した造成地も、個体数は回復できても遺伝的多様性は低いことが明らかとなった (味岡ら、環境アセスメント学会誌、2010)。また、一度構築された HSI モデルを再度適用する際には、SI 値の再設定が必要であることを明らかとした (味岡ら、環境アセスメント学会誌 2011)。

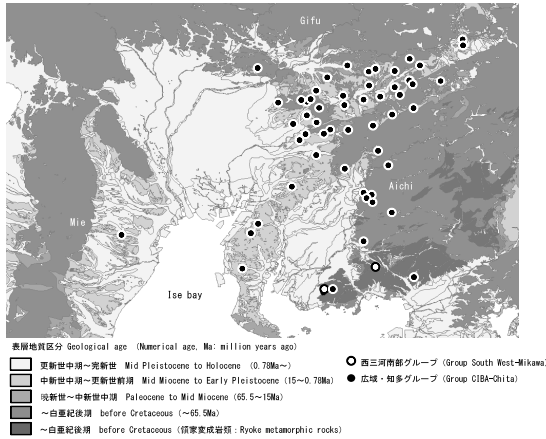
②ヒメタイコウチ：周伊勢湾地域固有の湿地生態系の評価種として、生息の有無を評価可能な HSI モデルを構築した。抽出された生息地を規定する変数は、湿地傾斜角、湿地水深、リター被率及び厚さの 4 変数で、幾何平均法によって統合された HSI モデルが構築できた (中村ら、環境アセスメント学会誌、2011)。

③アカネズミ：里山林の全国的な普遍種であるアカネズミの個体数評価のためのコードラート別及び畝設置定点別 HSI モデルの比較検討を行なった。SI は土壌要因 (地上開口部数、土壌高度) と、植生要因 (天空率、木本総本数、堅果樹胸高直径) が抽出されて。また、

コドラート別 HSI モデルの方がより精度の高いモデルを構築できた（上野ら，環境アセスメント学会誌，2011）。

（2）景観レベルでの遺伝及び種多様性ホットスポットのポテンシャル評価：

①周伊勢湾地域において，水生昆虫ヒメタイコウチのミトコンドリアDNA 16S rRNA遺伝子部分領域の地理的変異と表層地質との関連性：水生昆虫ヒメタイコウチのミトコンドリアDNA 16S rRNA遺伝子部分領域の地理的変異と表層地質との関連性を分子系統地理学的に解析した（下図）。



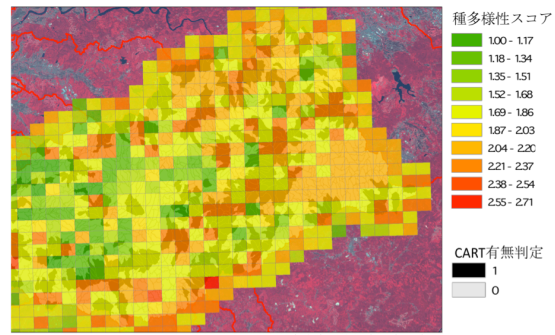
周伊勢湾地域では，1) 東海堆積盆発達初期（鮮新世前期，530～300万年前）に隆起したと考えられる西三河南部の領家変成岩類表層にのみ分布する最も初期に分岐したグループ，2) 周伊勢湾全域に分布する比較的新しい時代に一斉放散したグループに分類でき，ヒメタイコウチの遺伝的多様性の地理的変異は，鮮新世（530万年前）以降の東海堆積盆変遷との関連が示唆された。（中村ら，湿地研究，印刷中）

②周伊勢湾地域における種多様性と固有種生息適地の空間的関係性の把握：土岐川・庄内川流域圏を対象として，景観，生態系，ハビタットの3つのスケール間で生物多様性の特徴を評価した。小流域の類型化により流域圏の環境特性を把握したうえで，種多様性と固有種ヒメタイコウチの潜在的な生息適地の分布予測を行い，それらの空間的関係性を把握した。その結果，流域圏中～上流域の里山地域において，流域の環境構造は植生条件よりも地史的な環境条件により特徴づけられ，とくにヒメタイコウチの生息適地の分布に影響する古い地層を伴った土岐砂礫層の分布が，種多様性と固有種生息適地の空間的な重複と不一致にも影響していることが明らかになった。これらをもとに，生態系の地域固有性に配慮した，流域圏の生物多様性マネジメントの空間指針について検討した。

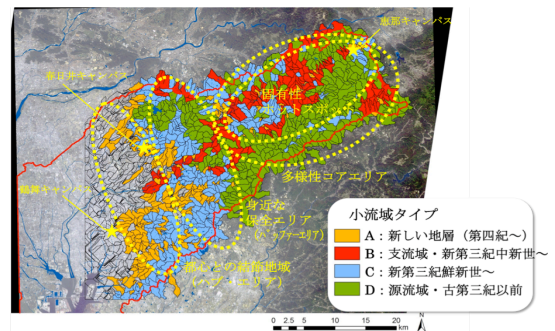
（横田ら，土木学会論文集 G，2011）

（3）生物多様性保全のためのシナリオ作成と環境人材育成：

①評価システムの周伊勢湾域ゾーニングへの活用と生物多様性保全のためのシナリオ（下図）：流域圏における都市化により，市



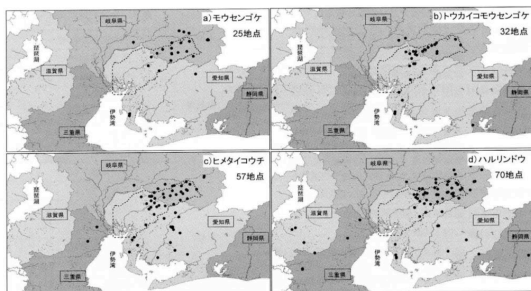
街地内には空間的に異質性の低い環境が形成され，外来種や都市適応種の増加にともなう種組成の均質化など，生物種の分布は大きく影響を受ける。このなかで，種多様性が保たれても，その質的变化が固有種の生息に影響することも考えられ，種多様性と生態系の固有性の関係性を，空間的に配慮していくことが必要である。本研究で得られた知見は，土岐川・庄内川流域圏の土地利用における空間指針への活用が可能である。たとえば，陸域生態系の重要地域となる中～上流域の里山地域は，種多様性と生態系の固有性の関係性から，種多様性と固有生態系が共存する「固有性ホットスポット」と，両者が空間的に一致しない「多様性コアエリア」とに分けられる（下図）。前者においては，固有種に



配慮した生息地および生態系全体の保全・復元を，後者においては，種多様性の維持・向上のための持続的な管理や復元を図ることが有効と考えられる。その際，本流域圏のゾーニングでは，固有種の生息適地の保全・復元を優先する範囲は，種多様性に配慮する範囲に比べて限定され，小流域レベルでは両者の範囲は重複するとは限らないことを提示できる。これら重要地域と下流部都市域との関連において，中流域の里山地域をバッファエリアとして，都市との結節地域をハブ・エリアとして，ともに自然環境の持続的利用を図ることが提案できる。これらの地域は，上流域の生態系との関係性の理解や，流域圏の一体

的な生物多様性保全への市民参画を得るうえで重要な地域となると考えられる。本研究における評価の枠組みは、これらエリア間の関係性の把握に有効である。(横田ら, 土木学会論文集 G, 2011)

②GIS を利用した周伊勢湾域の湿地生態系評価法の生物教育への応用: 周伊勢湾域に生育する普遍種(モウセンゴケ, ハルリンドウ)と固有種(トウカイコモウセンゴケ, ヒメタイコウチ)のハビタット情報(GPS)をもとに, 抽出した各評価種のハビタット環境は既存の文献情報から得られたハビタット周辺の土地利用状況と一致し, GIS による広域評価から評価種4種のハビタット環境は予測可能であることが証明できた。このことからGIS を利用した周伊勢湾行における湿地生態系評価は地域に内在する生態系の普遍性もしくは地域固有性の理解へと繋がること示唆された。また地域性を考慮した生物多様性評価を行なう場合は, 膨大な生物種のハビタット情報(分布, 環境情報など)のデータベース化や広域の固有生態系の把握などが容易に解析でき, さらに情報のビジュアル化(下図)が可能なGISを用いた本手法は生物教育の教材としても適していると考えられた。(味岡ら, 中部大学現代教育学部紀要, 2011)



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 19 件)

- ① 中村早耶香・堀川大介・味岡ゆい・横田樹広・那須守・小田原卓郎・米村惣太郎・南基泰. 周伊勢湾地域におけるヒメタイコウチ (*Nepa hoffmanni*) の分子系統地理学的解析, 湿地研究, 査読有, 3 巻, 2012 年(掲載決定印刷中).
- ② 味岡ゆい, 石澤祐介, 白子智康, Nguyen Huynh Thuat, Do Tan Hoa, Tran Van Thanh, 南基泰. ヴェトナム・カッティエン国立公園における環境教育に向けたエコツーリズムについて. 現代教育学研究紀要, 査読無, 第 5 号, 2012 年, 11-19.
- ③ 中村早耶香・味岡ゆい・上野薫・寺井久慈・南基泰・横田 樹広・那須 守・小田原卓郎・

米村 惣太郎, 岐阜県東濃地方の土岐砂礫層湿地におけるヒメタイコウチ (*Nepa hoffmanni*) の HSI モデル構築, 環境アセスメント学会誌, 査読有, 9 巻, 2011 年, 58-63.

- ④ 味岡ゆい・愛知真木子・上野薫・寺井久慈・南基泰・米村惣太郎・那須守・横田樹広・小田原卓郎, 2007-2009 年に構築したハルリンドウ HSI モデルの年間比較, 環境アセスメント学会誌, 査読有, 9 巻, 2011 年, 64-72.
 - ⑤ 上野薫・大畑直史・久保荘史・寺井久慈・南基泰・小田原卓郎・那須 守・米村 惣太郎・横田樹広. 土岐川庄内川流域圏におけるアカネズミ (*Apodemus speciosus*) のコドラート別・罠設置定点別 HSI モデルの比較, 環境アセスメント学会誌, 査読有, 9 巻, 2011 年, 73-84.
 - ⑥ 味岡ゆい, 石田博幸, 南基泰. GIS を利用した周伊勢湾地域の湿地生態系評価に関する研究-生物教育への応用を視野に入れて-, 中部大学現代教育学部紀要, 査読有, 4 巻, 2011 年, 33-43.
 - ⑦ 横田樹広, 中村早耶香, 味岡ゆい, 南基泰, 那須守, 米村惣太郎. 土岐川・庄内川流域圏における種多様性と固有種生息適地の空間的關係性の把握, 土木学会論文集 G(環境), 査読有, 67 巻, 2011 年, 45-55.
 - ⑧ 南基泰・白子智康・味岡ゆい・愛知真木子・上野薫. 「市街地型孤立林」を地域コミュニティの既存ストックへ転換するための産学官協働による取組-教育・研究の場としての価値とその利用法-. アリーナ, 査読無, 11 号, 2011 年, 231-238.
 - ⑨ 杉井俊夫・南基泰・上野薫・松原祥平, 植生および地質・地形からみた森林の浸透環境-森の健康診断から浸透マップの構築-, 地盤工学会誌, 査読有, 58 巻, 2010 年, 14-17.
- [学会発表] (計 48 件)
- ① 南基泰, 企業緑地の遺伝的多様性まで考慮した生物多様性評価の取組, 知多半島生態系ネットワークフォーラム, 2012 年 1 月 17 日, 半田.
 - ② 味岡ゆい, 遺伝的多様性まで考慮したハルリンドウの生育地環境評価, 愛知県東部丘陵キャンパスネットワークフォーラム, 2011 年 12 月 17 日, 名古屋.
 - ③ 兼松璃々子, モウセンゴケ属植物 3 種の細胞内硝酸・亜硝酸イオンの蓄積量について, 日本生態学会中部地区大会, 2011 年 12 月 3 日, 静岡.
 - ④ 後藤孝文, モウセンゴケ属植物の環境中窒素への適応機構に関する研究, 日本生態学会中部地区大会, 2011 年 12 月 3 日, 静岡.
 - ⑤ 白子智康, 愛知県弥勒山における *Apodemus*

属 2 種の餌資源及び林相別遺伝的構造の相違について、日本生態学会中部地区大会、2011 年 12 月 3 日、静岡。

- ⑥ 南基泰, 恵那からの花綴り, 2011 年度森の健康診断, 2011 年 10 月 22 日, 恵那。
- ⑦ 南基泰, 恵那からの花綴り, 中津川市民大学講座, 2011 年 10 月 21 日, 中津川。
- ⑧ 南基泰, 土岐川・庄内川流域圏の遺伝的多様性まで考慮した生物多様性評価, ESD の 10 年地球市民会議 2011, 2011 年 9 月 17-18 日, 愛知県愛知郡長久手町。
- ⑨ 兼松璃々子, 交雑起源種トウカイコモウセンゴケとその両親種の硝酸同化系遺伝子の解析, 日本植物学会年会, 2011 年 9 月 17 日, 東京。
- ⑩ 白子智康, 愛知県弥勒山における *Apodemus* 属 2 種の林相別遺伝的構造の相違及び餌資源について, 日本哺乳類学, 2011 年 9 月 9-11 日, 宮崎。
- ⑪ 南基泰, 土岐川・庄内川流域における生物多様性保全のための取組, 環境省中部地方環境事務所勉強会・意見交換会, 2011 年 2 月 2 日, 名古屋。
- ⑫ 平下義人, 岐阜県野麦峠ミズナラ優占林に同所的に生息するネズミ科 3 種の個体変動について, 日本生態学会中部地区大会, 2010 年 12 月 11 日, 静岡。
- ⑬ 白子智康, 岐阜県高根町野麦におけるネズミ科 3 種の糞中植物残渣 DNA を用いた餌植物の同定 3 種の糞中の植物残渣の DNA 鑑定, 日本生態学会中部地区大会, 2010 年 12 月 11 日, 静岡。
- ⑭ 石澤祐介, 愛知県弥勒山における *Apodemus* 属 2 種のミトコンドリア DNA ハプロタイプの多様性について, 日本生態学会中部地区大会, 2010 年 12 月 11 日, 静岡。
- ⑮ 吉田考志, 下層植生を考慮したアカネズミの HSI モデルの構築, 日本生態学会中部地区大会, 2010 年 12 月 11 日, 静岡。
- ⑯ 前田大樹, 土岐川・庄内川源流森の健康診断 5 年間の結果, 日本生態学会中部地区大会, 2010 年 12 月 11 日, 静岡。
- ⑰ 南基泰, 飛べない, 泳げない水生昆虫ヒメタイコウチの遺伝的多様性について, 陸水学会東海支部談話会, 2010 年 11 月 19 日, 名古屋。
- ⑱ 南基泰, 土岐川・庄内川流域圏の持続可能な開発のための生物多様性評価システム, 中部経済連合会生物多様性フォーラム&ポスターセッション, 2010 年 10 月 25 日, 名古屋。
- ⑲ 南基泰, 土岐川・庄内川流域圏の遺伝的多様性まで考慮した生物多様性評価. COP10 併設生物多様性交流フェアブース展示, 2010 年 10 月 11-29 日, 名古屋。
- ⑳ 吉田考志, 下層植生を考慮したアカネズミの HSI モデルの構築, 第 16 回野生生物保護

学会・日本哺乳類学会 2010 年度合同大, 2010 年 9 月 18-21 日, 岐阜。

- ㉑ 豊田歩, 東海丘陵要素トウカイコモウセンゴケの窒素応答性は母親種であるコモウセンゴケに類似している, 植物学会第 74 年, 2010 年 9 月 11 日, 春日井。
- ㉒ 味岡ゆい, 阿蘇の大陸遺存種ハリンドウ, 第 9 回薬用植物を知らう熊本 (阿蘇), 2010 年 9 月 11 日, 熊本。
- ㉓ 那須守, 間伐された都市林の心理・生理的効果, 2010 年日本建築学会年会, 2010 年 9 月 9-11 日, 富山。
- ㉔ 味岡ゆい, 遺伝的多様性まで考慮した生物多様性評価 Part2 同じであって同じでないハリンドウ. 上海国際博覧会「DEVNET 国際交流館」研究シーズ発表, 2010 年 9 月 5 日, 上海。
- ㉕ 愛知真木子, 遺伝的多様性まで考慮した生物多様性評価 Part2 同じであって同じでないコモウセンゴケ. 上海国際博覧会「DEVNET 国際交流館」研究シーズ発表, 2010 年 9 月 5 日, 上海。
- ㉖ 南基泰, 遺伝的多様性まで考慮した生物多様性評価, 上海国際博覧会「DEVNET 国際交流館」研究シーズ発表, 2010 年 9 月 4 日, 上海。
- ㉗ 上野薫, 遺伝的多様性まで考慮した生物多様性評価 Part1 森の健康診断, 上海国際博覧会「DEVNET 国際交流館」研究シーズ発表, 2010 年 9 月 4 日, 上海。
- ㉘ 白子智康, 遺伝的多様性まで考慮した生物多様性評価 Part1 ネズミの好きな森, 上海国際博覧会「DEVNET 国際交流館」研究シーズ発表, 2010 年 9 月 4 日, 上海。
- ㉙ 南基泰, 周伊勢湾地域固有の湿地生態系～その生物相とヒメタイコウチ～, 豊田市自然観察の森ネイチャーセンターオープン記念湿地保全講演会, 2010 年 6 月 6 日, 豊田市。
- ㉚ Motoyasu Minami, Outline and Use of the Experimental Urban SATOYAMA Forest at Chubu University, Aichi Prefecture, Japan. 2 nd International Conference of Urban Biodiversity and Design (URBIO2010), 2010 年 5 月 21 日, 名古屋。
- ㉛ Yui Ajioka, Evaluation of environmental factors for the conservation of genetic diversity in *Gentiana thunbergii*, the SATOYAMA indicator species. 2 nd International Conference of Urban Biodiversity and Design (URBIO2010), 2010 年 5 月 21 日, 名古屋。
- ㉜ Shigehiro Yokota, Evaluation of Species Diversity and Potential Habitats of the SATOYAMA Indicator Species in Toki-Shonai River Basin. 2 nd International Conference of Urban

Biodiversity and Design (URBIO2010) 2010
年5月21日, 名古屋.

[図書] (計3件)

- ①南基泰, 風媒社, 恵那からの花綴り, 2010
年3月31日, 総133pp.

[産業財産権]

特許出願状況 (計1件)

- ①名称: 緑地評価装置

発明者: 那須守, 南基泰, 岩崎寛

権利者: 那須守

種類: 特許

番号: 特願2010-240018

出願年月日: 2010年10月26日

国内外の別: 国内

[その他]

報道関連情報 (新聞掲載) (計10件)

- ①南基泰, 「企業緑地」ネズミ調査, 読売新聞 (朝刊), 2012年2月20日
- ②南基泰, もっと森に出かけよう—自然の緑には癒し効果—, 毎日新聞 (朝刊), 2011年5月31日.
- ③南基泰, 研究内容の「見える化」目指す, 暮らしのニュース, 中日新聞 (朝刊), 2010年10月28日.
- ④南基泰, 産学官で里山生態研究COP10白鳥地区, 毎日新聞 (朝刊), 2010年10月17日.
- ⑤南基泰, 朝日新聞・メーテレ環境7大学エコトークin中部大学, 朝日新聞 (朝刊), 2010年10月14日.
- ⑥南基泰, 清水建設・中部大らCOP10交流フェア共同出展, 建設通信新聞, 2010年10月13日.
- ⑦南基泰, 清水建設・中部大共同研究成果を紹介, 建設工業新聞, 2010年10月13日.
- ⑧南基泰, 生物多様性対策パースで効果見える化, 日刊工業新聞. 2010年9月14日.
- ⑨南基泰, 矢並湿地「学術的価値高い」, 中日新聞 (朝刊), 2010年6月8日.
- ⑩南基泰, 里山「癒し効果」調査, 中日新聞 (朝刊), 2010年5月2日.

ホームページ等

http://stu.isc.chubu.ac.jp/bio/public/Environ_Bio/labo/minami_lab/About_Me.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

南基泰 (MINAMI MOTYASU)

中部大学・応用生物学部・教授

研究者番号: 90340207

(2) 研究分担者

上野 薫 (UENO KAORU)

中部大学・応用生物学部・講師

研究者番号: 30373070

愛知 真木子 (AICHI MAKIKO)

中部大学・応用生物学部・講師

研究者番号: 00340208