

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 13 日現在

機関番号：17701

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24657062

研究課題名(和文)モンゴル西部の湖沼における湖岸性昆虫群集の起源

研究課題名(英文)Origin of coastal insect communities of West Mongolian lakes

研究代表者

山根 正氣(Yamane, Seiki)

鹿児島大学・理工学研究科・教授

研究者番号：30145453

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円、(間接経費) 960,000円

研究成果の概要(和文)：太平洋から3000km以上も内陸のモンゴル西部の湖において、本来海岸性であるハマハシリバエの生息を発見した。本種は2つの湖で生息が確認されたが、1つは塩水湖であり1つは淡水湖であることから、水の性質は本種の生息に重要な意味を持たないことがわかった。この個体群の由来として、太古の海からの残存か近隣の水域(バイカル湖)からの移入の2つの仮説が立てられた。形態と分子の証拠から、いずれの仮説も可能性が低いと考えられた。本研究とほぼ同時期に黒海とアゾフ海から記載された種が本種に近縁であることが判明し、モンゴルの種は4000kmも離れた黒海周辺から何らかの方法で運ばれた可能性が高いと考えられた。

研究成果の概要(英文)：At lakes in Western Mongolia, ca. 3000 km apart from the western coast of the Pacific Ocean, we discovered a small fly species of the genus *Cersodromia* (Hybotidae), which is a group principally living on sandy sea coasts. This fly was found on the coast of two lakes, one salty and the other fresh, suggesting that the water type is not important for this fly (presence of sandy coast may be more important). Two hypotheses were established to explain the presence of this species in Western Mongolia: 1) the population is a survivor from ancient sea, 2) it migrated from nearby waters like Lake Baikal. Evidence from morphology, DNA and distribution suggests that both hypothesis are not hopeful. Almost at the same time as this project, a new species of *Cersodromia* was described from Black Sea and Azov Sea, ca. 4000 km apart from Western Mongolia. This new species is very similar in morphology to the Mongolian species, which is considered the descendant of the immigrant from Black Sea area.

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学 ・ 生物多様性・分類

キーワード：ハマハシリバエ モンゴル 内陸湖 湖岸の昆虫層 砂浜 形態形質 C01領域 バイカル湖

1. 研究開始当初の背景

本研究の主要な対象となったハマハシリバエ類 (*Chersodromia*) は双翅目セダカオドリバエ科 (Hybotidae) に属する微小なハエである。東北アジアにおいてはこのグループに関する研究は非常におくれており、本研究費申請の段階では極東ロシアから7種が記録され、また日本からは未記載の1種が知られるのみであった。これらの種はすべて海岸(おもに砂浜海岸)に生息し、他のハエ類や微小な昆虫を捕食していると考えられる。

一方、ヨーロッパや熱帯アジアにおいて、本属の種がやや内陸でも採集された記録が散見されるが、その実態については何もわかっていなかった。申請者らは、太平洋から3000kmも離れたモンゴル西部の湖沼地帯における本属の存在を予想した。それは、これらの湖は起原が古いと考えられており、かつ本属の生息に適した砂浜が随所に見られるからである。また、地名の特定なしで、モンゴルから本属の種と思われるハエが採集されたという非公式の情報があつた。

2011年に研究代表者が別の調査でモンゴル西部を訪れたさいに、8個の湖、河畔1カ所、湿地1カ所でネットを用いたスウィープによる予備調査を実施し、1千個体のハエを採集した。その結果、小ハルウス湖の砂浜で得られたサンプルから1個体のみであったが、ハマハシリバエが見いだされた。これにより、完全な内陸湖から世界で初めて本属の種が確認されたことになった。

この種がどのような経緯でモンゴル西部の湖に生息するようになったのかには2つの仮説が考えられた。一つは、かつて太古に存在した海が何らかの形で現在の湖形成に関与し、その海(海岸)に生息していた生物の一部が生き残ったというものである。現在でも一部の湖は塩水湖であり塩田が存在することから、この可能性は排除できない。第二は、近隣の水系から何らかの手段で分散してきたというものである。その場合、比較的近くにある海起原のバイカル湖(現在は淡水湖)から来た可能性が高い。

2. 研究の目的

本研究は、上記2つの仮説のいずれが正しいか確かめるために実施された。そのためには、モンゴル西部の湖沼地帯での本格的な調査を実施し、そこにおける種多様性と分布、生息地環境を確認する必要がある。もし、第一の仮説が正しいとすれば、発見された種は系統的に世界のどの地域の種とも遠く隔たっているはずであり、また多数ある湖の環境の違いを反映した種分化が起っているはずである。

もし、第二の仮説が正しいとすれば、バイカル湖あるいはそれ以外の海岸あるいは湖岸から近縁種が見つかるはずである。本研究ではバイカル湖がモンゴル個体群の起原地である可能性が高いと考え、モンゴルでの調

査に加え、バイカル湖での調査を重視した。

3. 研究の方法

問題のハマハシリバエ1個体が採集された小ハルウス湖をはじめとして、モンゴル西部と中北部の湖をできるだけ多く調査し、本属の種のサンプリングを行う。採集地点の環境を湖岸の状況と水質の両面から記述する。

発見されたハマハシリバエのサンプルに基づき、種の同定を行い、もし新種であれば記載する。また、DNA分析に基づき、日本、沿海州産の種との遺伝的類縁関係を解析する。

バイカル湖の砂浜を調査し、本属の種の発見につとめる。もし、発見された場合、形態・分子の両面からモンゴル産種との比較を行う。

4. 研究成果

1) モンゴルにおける調査

2012年にモンゴル中北部、西部および中南部において以下の湖(あるいは水域)でハマハシリバエの生息確認を行った。

中北部：ホスタイ国立公園近くの流水(トブ県)、ハラド湖(ブルガン県)、ウギイ湖、テルヒイン=ツァガアン湖(アルハンガイ県)、テルメン湖(ザブハン県)

西部：ヒヤルグス湖、小ハルウス湖、大ハルウス湖、ハル湖、デルゲン湖

中南部：名称不明の小湖(バヤンホンゴル県)

その結果、西部の小ハルウス湖とハル湖においてハマハシリバエの分布を確認し、雄雌多数の個体を採集するとともに、水のサンプリングを行った。

2) ハエが採集された湖の特徴

小ハルウス湖は塩水湖で、ハル湖は淡水湖であった。湖岸近くの水の成分は表1に示した通りである。2つの湖の水は、電気伝導度、pH、鉄イオンと塩素イオン濃度などにおいて著しい差があつた。いずれも砂浜があり、浜には藻類などの漂着物があつた(図1, 2)。これらの値で小ハルウス湖にもっとも類似しており砂浜のあつたデルゲン湖からはハマハシリバエは採集されなかつた。

表1 モンゴルの5湖沼における物理・化学成分の分布

	EC (mS/m)	pH	DOC (mgC/L)	主要陰イオン (μmol/L)					
				F	Cl	Br	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>
Har-Us(S)	8.55	9.36	23.9	1300	57300	38	N.D.	N.D.	N.D.
Har-Us(L)	0.22	6.83	10.7	22.6	151	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ogivy nuur	0.65	6.82	9.4	93.3	474	1.6	N.D.	N.D.	N.D.
Har nuur	0.41	6.81	10.6	65.7	507	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Dorgon	8.25	9.45	50.1	934	27900	34.1	N.D.	N.D.	N.D.



図1 小ハルウス湖の砂浜



図2 ハル湖の砂浜

### 3) 採集された種の特徴 (図3)

2つの湖で採集された標本を相互に比較した結果、両者にはほとんど差がないことが分かった。それらを旧北区産のすべての既知種と詳しく比較したところ、本種は形態的にそれらとは明確に異なることが分かった。この結果に基づき、新種記載の準備をしていたところ、2013年になって、前年にトルコのマイナーな雑誌にモンゴル西部から4000kmはなれた黒海とアゾフ海の岸から本属の1新種が記載されたことが判明した。この論文の図には不鮮明な箇所が多く、同種かどうか確認するには実物と比較する必要があるが、モンゴルの種との共通点が多くみつかった。現時点では結論は出せないが、両種が非常に近縁であることは間違いない。

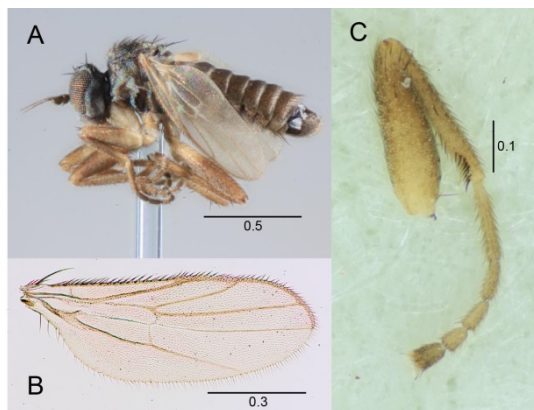


図3 モンゴル産ハマハシリバエ。A: 雄成虫 (側面), B: 同前翅, C: 同中脚。

### 4) バイカル湖における調査

2013年8月、淡水湖であるバイカル湖東岸の8カ所と塩水湖であるボルショイエ=アルギンスコエ湖で調査を行った。いずれにおいてもハマハシリバエの生息に適していると思われる砂浜が存在したが、双翅目昆虫の数自体が非常に少なく、ハマハシリバエを確認することができなかった。

### 5) DNA情報の検討

DNA分析をできる材料は十分ではなかったが、入手できたロシア沿海州産1種、日本産2種、シンガポール産2種と本種、計6種について、ミトコンドリアCOI領域547ベースペアについて分析を行った。NJ法(図4)、ML法、UPGMA法3つの方法でデンドログラムを作成した結果、系統樹上のモンゴル種の位置は不安定であった。しかし、他のアジア産種とは明確に区別され、形態形質に基づく結果を支持した。ただ、他種との分岐の程度は決して大きいとは言えず、最も古く見積もっても新生代中新世の末期、実際にはそれよりかなり最近であると推定された。残念ながら、黒海の種の標本が未入手のため、最も重要な比較ができなかった。

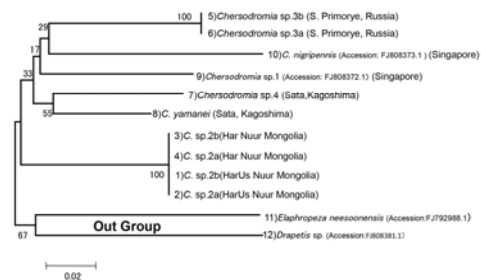


図4 アジア産ハマハシリバエ属6種の分子系統 (NJ法)

以上の結果から現時点でいえることは、モンゴル西部が海であった太古(中生代)の集団の生き残りとは考えづらく、バイカル湖起原は否定できないにしても積極的に支持はされないということである。ただし、バイカル湖の南部の湖岸は未調査であるため本属の種が生息しないとは断言できないが、バイカル湖は高緯度に位置するため、寒冷な氷河期を生き延びた湖岸性昆虫は数少ないと考えられる。当初たてた2つの仮説はいずれも可能性が低いということである。

モンゴルの種にもっとも近縁と考えられる種が黒海とアゾフ海に生息することが最近判明したことから、そこが本種の起原地である可能性が強い。入手は非常に困難であると思われるが、黒海とアゾフ海から記載された種の標本を形態とDNAの両面からモンゴル産と比較することが重要と思われる。かりに黒海周辺が起原地だとすると、モンゴルへは渡り鳥の足に卵あるいは幼生が付着して移住したと考えるのがもっとも妥当であろう。また、モンゴルでハマハシリバエが発見され

た2つの湖の個体群の間に形態・分子いずれにおいてもほとんど差異が認められなかったことは、これら2つの湖の間での分散がごく最近であったことを示唆する。

黒海とモンゴル西部の間には広大な乾燥地帯が横たわっているが、カスピ海をはじめとして中継地となりうる湖がいくつか存在する。黒海とアゾフ海は川の流入により塩分濃度が低いとはいえ、れっきとした内海である。しかし、モンゴル西部のハマハシリバエが塩水湖、淡水湖のいずれにも生息することから、中継地の湖の水質はおそらく関係なく、漂着物のある砂浜の有無が重要であろう。体長わずか1-2mmの微小なハエが一気に4000kmもの旅をしたと考えるよりは、飛び石を経由してモンゴルに到達したと考える方が常識的であろう。今後、これら中継地点に位置する湖の調査が重要となろう。しかし、いずれにせよ生物の分散は一般に想像される以上に様々な可能性を秘めている。当面は水鳥の渡りのルートとの照合が重要であろう。

前述したようにモンゴルでハマハシリバエが採集された2つの湖は片方が塩水湖で他方が淡水湖であり、水質において大きな違いが見られた。しかし、いずれの湖にも漂着物が豊富な砂浜があった。この点で、本属が海浜性であるというこれまでの考え方を改める必要がある。本属の種が砂浜をもつ内陸湖で今後も次々と発見される可能性は大きい。

モンゴル西部の湖にはハマハシリバエ以外の昆虫類も多数生息している。本研究で得られた双翅目昆虫多数のサンプルの同定とデータの解析には相当の時間が必要とされる見通しである。

## 5. 主な発表論文等

上に書いた理由により、論文の出版は差し控えていた。種の正確な同定が完了した時点で、生物地理的考察を中心とした論文を投稿する予定である。

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

山根 正氣 (Yamane, Seiki)  
鹿児島大学・理工学研究科・教授  
研究者番号：30145453

### (2) 研究分担者

坂巻 祥孝 (Sakamaki, Yoshitaka)  
鹿児島大学・農学部・准教授  
研究者番号：20315401

杉山 裕子 (Sugiyama, Yuko)  
兵庫県立大学・環境人間学部・准教授  
研究者番号：40305694

佐藤 正典 (Sato, Masanori)