

第4回 日露隣接地域生態系保全協力ワークショップ

(概要報告)

1 概要

- (1) 開催日：平成28年10月25-26日
- (2) 開催場所：ロシア連邦モスクワ市 ロシア連邦天然資源環境省 会議室
- (3) 主催：日本国外務省，環境省
- (4) 共催：ロシア天然資源，環境省

2 開催根拠

本ワークショップ^{※1}は、2009年5月、日露政府間において署名された、オホーツク海を始めとする日露の隣接地域における生態系の保全及び持続可能な利用のための協力の具体的な方向性を示した協力プログラム^{※2}に基づいて開催された。

※1 日露隣接地域生態系保全協力ワークショップ

2010年4月及び2013年2月、ウラジオストクにて、また、2015年2月ハバロフスクにて開催されたワークショップに続く第4回目のワークショップ。2009年3月及び2011年5月には、札幌においてオホーツク生態系保全・日露協カシンポジウムが開催された。

※2 協力プログラムの正式名称

「日本国及びロシア連邦の隣接地域における生態系の研究、保全並びにその合理的及び持続可能な利用の分野に関する日本国政府とロシア連邦政府との間の協力プログラム」

3 参加者

【日本側】石川亘（在ロシア日本国大使館参事官）、神祥吾（同二等書記官）、松清敏生（外務省欧州局ロシア課事務官）、長野和明（環境省自然環境局自然環境計画課専門官）、白岩孝行（北海道大学准教授）、佐藤喜和（酪農学園大学教授）、小林万里（東京農業大学教授）、白木彩子（東京農業大学准教授）、村上隆広（知床博物館学芸員）、（垣内あと、不破理江（通訳））

【ロシア側】D. O. スミレヴェーツ（露天然資源・環境省国際協力局次長）、A. S. クズネツォヴァ（同主任専門官）、M. B. シュチェツ（ロシア科学アカデミー極東支部国際部長）、M. Yu. バルディン（全地球気候・環境研究所研究員）、E. N. ポポヴァ（全地球気候・環境研究所研究員）、O. O. トルセンコヴァ（ロシア科学アカデミー極東支部太平洋海洋学研究所主任研究

員)、A. N. カチュール(ロシア科学アカデミー極東支部太平洋海洋学研究所科学担当副所長)、
A. N. マヒノフ(ロシア科学アカデミー極東支部水・生態学問題研究所科学担当副所長)

4 プログラム

【2016年10月25日(火)】

○開会挨拶

ロシア側 D. O. スミレヴェーツ(露天然資源・環境省国際協力局次長)

日本側 石川亘(在ロシア日本国大使館参事官)

○セッション1 気候変動分野における研究

(1) M. Yu. バルディン(全地球気候・環境研究所研究員)

「極東地域の気候変動」

(2) V. B. ロバーノフ(ロシア科学アカデミー極東支部太平洋海洋学研究所長)(欠席のため O. O. トルセンコヴァ(ロシア科学アカデミー極東支部太平洋海洋学研究所主任研究員)が代読発表した)

「日本海の気候変動観測～日共同調査研究～」

(3) A. N. カチュール(ロシア科学アカデミー極東支部太平洋海洋学研究所科学担当副所長)

「日口近接地域における生態系の調査、保全、持続可能な管理における日口両政府協力

プログラム: ロシア科学アカデミー極東支部太平洋地理学研究所の研究調査活動」

(5) A. N. マヒノフ(ロシア科学アカデミー極東支部水・生態学問題研究所科学担当副所長)

「アムール川下流域生態系における気候変動の影響調査」

(6) 白岩孝行(北海道大学低温科学研究所准教授)

「環オホーツク地域の雪氷圏における気候・環境変動」

【2016年10月26日(水)】

○開会挨拶

ロシア側 D. O. スミレヴェーツ(露天然資源・環境省国際協力局次長)

日本側 神祥吾(在ロシア日本国大使館二等書記官)

○セッション1 気候変動が生物多様性に与える影響

(1) E. N. ポポワ(全地球気候・環境研究所)

「極東地域における気候変動の害虫分布への影響」

(2) P. Ya. チーシチェンコ(ロシア科学アカデミー極東支部太平洋海洋学研究所研究員)

(欠席のため O. O. トルセンコヴァ(ロシア科学アカデミー極東支部太平洋海洋学研究所主任研究員)が代読発表した)

「オホーツク海北西部高生産性海域～2016年7～8月調査船プロフェッサー・ガガーリンスキー号 第71航海 海洋調査の中間経過報告～」

(3) 佐藤喜和 (酪農学園大学農食環境学群環境共生学類教授)

「日露隣接地域における環境変動がクマ類の生態に与える影響」

(4) 小林万里 (東京農業大学生物産業学部アクアバイオ学科教授)

「日露隣接地域における環境変動の鰭脚類の生態に与える影響」

(5) 白木彩子 (東京農業大学生物産業学部生物生産学科准教授)

「ロシア極東地域と北海道における渡り鳥や共通種に対する気候変動の影響」

(6) 村上隆広 (斜里町立知床博物館学芸係長：博士)

「知床半島において気候変動が陸生動物に与える影響」

5 成果

- ・ 日露隣接地域の自然環境研究に関わる日露の研究者の研究成果の共有や意見交換の場が維持されると共に研究者間の新たな出会いの場ともなった。
- ・ 日露隣接地域の共同研究にあたって障害となる事項については、その解決のために在ロシア日本国大使館とロシア連邦天然資源・環境省が連絡体制を強化することが確認された。
- ・ 今回のワークショップでの発表内容については、日露双方の研究者が要旨を作成したうえで、日露2か国語に翻訳し公表する。
- ・ ロシア天然資源・環境省からは次回ワークショップの開催地は、日本を希望するとの発言があった。

6 発表要旨

Отчет

о проведении 4-го форума по вопросам сотрудничества
в сопредельных районах Японии и России в области сохранения экосистем.

I. Даты и место проведения.

1. **Даты проведения:** 25-26 октября 2016 г.
2. **Место проведения:** Российская Федерация, г. Москва, Министерство природных ресурсов и экологии РФ, конференц-зал.
3. **Организаторы:** Министерство иностранных дел Японии, Министерство по вопросам окружающей среды Японии.
4. **Соорганизатор:** Министерство природных ресурсов и экологии РФ.

II. Документальное обоснование проведения форума.

Настоящий форум* состоялся согласно подписанной Правительством Японии и Правительством Российской Федерации в мае 2009 г. Программе сотрудничества**, в котором определены конкретные направления сотрудничества в целях охраны и устойчивого использования экосистем в сопредельных районах Японии и России, включая Охотское море.

** Форум по вопросам сотрудничества в сопредельных районах Японии и России в области сохранения экосистем – 4-й форум, последовавший за тремя предыдущими форумами, проведенными в апреле 2010 г. и феврале 2013 г. во Владивостоке, и в феврале 2015 г. в Хабаровске, соответственно. Кроме того, в марте 2009 г. и в мае 2011 г. в Саппоро (Япония) был проведен Симпозиум по вопросам японо-российского сотрудничества по охране экосистем в сопредельных районах Охотского моря.*

*** Официальное название - Программа сотрудничества между Правительством Российской Федерации и Правительством Японии в сопредельных районах двух государств в сфере изучения, сохранения и рационального/устойчивого использования экосистем.*

III. Участники.

С японской стороны **В. Исикава** (Советник Посольства Японии в России), **Ш. Дзин** (Второй секретарь Посольства Японии в России), **Т. Мацукиё** (Специалист Отдела России Департамента Европы МИД Японии), **К. Нагано** (Специалист Отдела планирования охраны природной окружающей среды Департамента охраны природной окружающей среды Министерства по вопросам окружающей среды Японии), **Т. Сираива** (Доцент Университета Хоккайдо), **Й. Сато** (Профессор Университета Ракуно Гакуэн), **М. Кобаяси** (Профессор Токийского университета сельского хозяйства), **С. Сираки** (Доцент Токийского университета сельского хозяйства), **Т. Мураками** (Научный сотрудник Музея Сиретоко), **А. Какиуги**, **Р. Фува** (Переводчики);

С российской стороны **Д.О. Смилевцев** (Заместитель директора

Департамента международного сотрудничества Министерства природных ресурсов и экологии РФ), **А.С. Кузнецова** (Ведущий специалист Минприроды РФ), **М.Б. Штец** (Руководитель международных отношений ДВО РАН), **М.Ю. Бардин** (ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН»), **Е.Н. Попова** (ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН»), **О.О. Трусенкова** (Ведущий научный сотрудник Тихоокеанского океанологического института ДВО РАН), **А.Н. Качур** (Заместитель директора по научной работе Тихоокеанского института географии ДВО РАН), **А.Н. Махинов** (Заместитель директора по научной работе Института водных и экологических проблем ДВО РАН).

IV. Программа.

25 октября 2016 г. (вт)

IV-1. Открытие.

Российская сторона - Д.О. Смилевец (Заместитель директора Департамента международного сотрудничества Министерства природных ресурсов и экологии РФ).

Японская сторона – В. Исикава (Советник Посольства Японии в России).

IV-2. Сессия 1. Исследования изменений климата.

2-1. М.Ю.Бардин (ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН») Наблюдаемые изменения климата в дальневосточном регионе.

2-2. В.Б.Лобанов (Директор Тихоокеанского океанологического института ДВО РАН) Мониторинг климатических изменений в Японском море – Российско-японские совместные исследования. **Вместо него с докладом выступила О.О. Трусенкова ведущий научный сотрудник Тихоокеанского океанологического института ДВО РАН.*

2-3. А.Н.Качур (Заместитель директора по научной работе Тихоокеанского института географии ДВО РАН) Исследовательская деятельность Тихоокеанского института географии ДВО РАН в рамках Программа сотрудничества между Правительством Российской Федерации и Правительством Японии в сопредельных районах двух государств в области исследований, охраны и устойчивого управления экосистем.

2-4. А.Н.Махинов (Заместитель директора по научной работе Института водных и экологических проблем ДВО РАН) Оценка влияния климатических изменений на экосистемы в бассейне нижнего течения реки Амура.

2-5. Т. СИРАИВА (Доцент НИИ низкотемпературных наук Университета Хоккайдо) Изменения климата и окружающей среды в криосфере вокруг региона Охотского моря.

26 октября 2016 г. (ср)

IV-3. Открытие.

Российская сторона - Д.О. Смилевец (Заместитель директора Департамента международного сотрудничества Министерства природных ресурсов и экологии

РФ).

Японская сторона – Ш. Дзин (Второй секретарь Посольства Японии в России).

IV-4. Сессия 2: Влияние изменений климата на биологическое разнообразие.

4-1. Е.Н. Попова (Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН) Влияние изменений климата на распространение сельскохозяйственных вредителей в дальневосточном регионе.

4-2. П.Я.Тищенко (Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН) Высокопродуктивные зоны в северо-западной части Охотского моря – предварительные результаты морской экспедиции на НИС «Профессор Гагаринский» рейс №71 в июне – августе 2016 года. **За него с докладом выступила О.О. Трусенкова (ведущий научный сотрудник Тихоокеанского океанологического института ДВО РАН).*

4-3. Й. Сато (Профессор отделения управления окружающей средой факультета биоресурсоведения и экологии Университета Ракуно Гакуэн) Влияние изменения окружающей среды в сопредельных районах Японии и России на образ жизни семейства медвежьих.

4-4. М.Кобаяси (Профессор отделения морской биологии факультета биоиндустрии Токийского университета сельского хозяйства) Влияние изменения окружающей среды в сопредельных районах Японии и России на образ жизни ластоногих.

4-5. С.Сираки (Доцент отделения биологического производства факультета биоиндустрии Токийского университета сельского хозяйства) Миграция редких видов птиц между Японией и Россией и влияние изменения окружающей среды.

4-6. Т.Мураками (Начальник научного сектора Муниципального музея Сиретоко в городе Сяри, доктор ветеринарных наук) Влияние изменения климата и наземных животных полуострова Сиретоко.

V. Достижения.

1. Участникам предоставилась возможность встречаться с новыми возможными партнерами, обмениваться мнениями с ними, а также приобщаться к результатам и достижениям новейших исследований японских и российских ученых в области экологии в сопредельных районах Японии и России.

2. Подтверждена необходимость укрепления связей между Посольством Японии в России и Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации с целью координации действий для устранения проблем, связанных с совместными исследованиями в сопредельных районах Японии и России.

3. Принято решение о публикации на японском и русском языках отчета о проведении форума с резюме оглашенных работ.

4. Российской стороной было предложено проведение следующего форума в Японии.

VI. Резюме.

極東地域の気候変動

M. Yu. バルディン

ロシア水文気象観測局・ロシア科学アカデミー

地球気候環境研究所

ロシアでは、水文気象観測局の研究機関が行う定常気象観測結果が公表されている。毎年、同水文気象観測局のロシア全国気象総括報告が発行されている。これらの気象観測事業に携わる研究機関はそれぞれ、気象データ分析（気温、温室効果ガス濃度）や地域ごと（北極圏、山岳地帯など）の気象分析など、得意とする分野がある。これらの研究機関は、自前の専門情報誌（年刊、旬刊）を刊行し、観測された異常気象や個別の気象データの変動の傾向を発表している。地球気候環境研究所は、これらの気象観測業務を統括し、地表面の気温や降水量を観測しそれらの最大・最小値を解析している。そして世界 3288 か所で観測した月平均データや、ロシア国内 370 か所の気候観測点の毎日の気象観測データを集計したロシア水文気象観測局の年次報告書『ロシアの気候変動』と『世界の気候変動（気温編）』を発行している。データベースは、何度もチェックや較正を重ねた CLIMATE-data や SYNOP データで常時更新されている。

1976～2015 年の気象データによれば、観測地域全域で年間平均気温の上昇が顕著となっている。特に気温上昇が顕著なのは北極圏の春と秋であり、10 年間で平均気温が 1℃上昇した。日本列島では、最大幅の上昇が確認された。ロシアのサハリン、沿海地方も含めて、観測点のほぼ全部で 5% 台の上昇を示している。日本列島の上昇傾向は、1 年を通じた傾向であるが、冬の伸びはやや小さい。冬季の気温の低下を示す地域もある。西バイカル地方南部や極北・極東地域である。

広域日平均気温の異常パーセンタイル（上・下側各 5%）の線形トレンド（1961～90 年平均からの偏差）も得られた。線形トレンドによると、夏季最暑日・最寒日も気温が上昇していることが分かった。最暑日・最寒日いずれも気温上昇が顕著なのは、バイカル地方、サハリン、カムチャッカ地方、アムール地方である。

地域別平均気温を調べてみると、1970 年代半ばから広い範囲で急激な気温上昇が見られた後、1990 年代半ばから一部地域で冬が寒くなっている。極東連邦管区と沿海地方からアムール地方にかけての地域は 2005 年まで、バイカル地方では現在まで寒い冬が続いている。

1976～2015 年の降水量の変化については、特に春と秋の季節降水量と、年間降水量ともに上昇傾向を示した地域が多い。年間降水量が有意に増加したのは、オホーツク海沿岸、サハリンと日本の東海岸であった。バイカル湖西部から中国東北部とサハリンを結ぶ一帯

と日本南東部では、10年間に冬の降水量が15%前後増加している。一方、ロシア極北とモンゴルでは降水量が減少している。同じ傾向は、北極海沿岸とモンゴルの夏にも見られる。日本では降水量が全般的に増加しているが、日本南部に春の降水量が減少している地域があることが特筆される。しかし、冬のサハリン、日本、春のヤクート地方の降水量の増加を除けば、上記の傾向はそれほど顕著とは言えない。

極東連邦管区全体に限って言えば、最近30年間は降水量が上昇傾向にある。1976～2015年の期間は、年間降水量、春季降水量、秋季降水量がいずれも多い。しかし、1936年からの長期観測データから見ると、1960年前後の降水量の振幅も同じ程度であったことを指摘しておく。

Изменения климата дальневосточного региона.

М.Ю. Бардин

Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН

В России публикуются результаты регулярного мониторинга климата, ведущегося исследовательскими институтами Росгидромета. Ежегодно выпускается обобщение результатов в форме Доклада Росгидромета об особенностях климата на территории РФ. Институты, участвующие в программе мониторинга климата, имеют свои сферы анализа: климатические переменные (например, температура воздуха, концентрации парниковых газов) или регионы (Северная полярная область, горные районы). Институты издают также собственные бюллетени (годовые и сезонные), в которых приводятся сведения о наблюдаемых аномалиях и тенденциях изменения различных компонент климатической системы. ИГКЭ координирует работы по мониторингу климата и непосредственно ведет мониторинг температуры воздуха у поверхности и атмосферных осадков, включая их экстремумы. Выпускает бюллетени «Изменения климата России» и «Изменения климата Земного шара (температура)», материалы которых основаны на массивах среднемесячных данных на 3288 метеостанциях мира и данных суточного разрешения на 370 станциях РФ (для анализа экстремумов). Ежемесячно эти базы данных пополняются данными CLIMATE, SYNOP, подвергнутыми многоступенчатому контролю и коррекции..

По данным наблюдений за период с 1976 по 2015 гг. очевиден рост среднегодовых температур во всем регионе. Максимум роста температур наблюдается в Арктической зоне, в особенности весной и осенью: превышает $1^{\circ}\text{C}/10$ лет. Максимальный рост в районе Японских островов – осенью: здесь, а также на Сахалине и в Приморском крае РФ почти повсеместно стационарные тренды значимы на 5%-м уровне. На японских островах значимые тренды отмечаются во все сезоны, но зимой их значительно меньше. Вообще зимой имеются области, где тренд отрицателен – это юг Прибайкалья и дальний северо-восток.

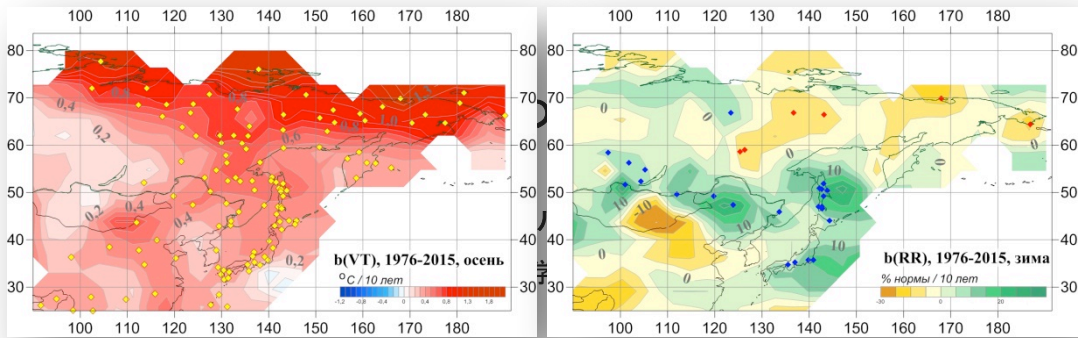
В обширных областях отмечен также также линейный тренд

экстремальных процентилей (P5, P95) аномалии среднесуточной температуры за этот же период (отклонения от среднего 1961 – 1990 гг.). Для летнего сезона наблюдается потепление как самых жарких, так и самых холодных дней. Существенное потепление как жарких, так и холодных дней отмечалось в Байкальском регионе, на Сахалине, Камчатке, в Приамурье.

Исследование рядов регионально - осредненных температур показывает, что зимой после периода повсеместного быстрого потепления с середины 1970-х гг. в ряде регионов с середины 1990-х гг. зимы стали холодать: до 2005 гг. в Дальневосточном федеральном округе и Приморье – Приамурье, а в Байкальском регионе до последнего времени.

Что касается изменения атмосферных осадков 1976 – 2015 гг., то, в общем, тенденция роста преобладает за год и в отдельные сезоны, особенно весной и осенью. Значимый рост годовых осадков отмечается на побережье Охотского моря, Сахалине и восточном побережье Японии. Зимой значительный рост осадков в полосе Прибайкалье – Манчжурия- Сахалин и на юго-востоке Японии – до 15% за 10 лет. Во многих регионах на севере и в Монголии зимой осадки убывают.. Такие же тенденции были отмечены летом на арктическом побережье и в Монголии. В Японии осадки преимущественно растут, но следует отметить область убывания весной на юге. Однако, в общем, значимость этих тенденций невелика, исключая рост зимой на Сахалине и в Японии, весной в Якутии.

Сосредоточивая внимание на Дальневосточном федеральном округе в целом, в последние три десятилетия имеется тенденция к росту осадков. Тренд 1976 – 2015 гг. значим для годовых, весенних и осенних осадков. Однако, следует отметить, что за период с 1936 года наблюдается еще колебание с максимумом около 1960 г. – примерно той же амплитуды



Линейный тренд температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) и осадков ($\%/10$ лет) за 1976-2015 гг.
 выделены станции где тренды значимы на уровне 5%
 (для осадков • положительные, • отрицательные)
 для температуры • положительные

1976～2015年の気温と降水量の線形トレンド（気温 $^{\circ}\text{C}/10$ 年、降水量 $\%/10$ 年）
 増減5%以上の変化を示す観測点を以下のカラーコードで表示。
 降水量 • 増加地点、• 減少地点
 気温 • 上昇地点

日本海の気候変動観測 ～ロ日共同調査研究～

V. B. ロバーノフ

ロシア科学アカデミー極東支部太平洋海洋学研究所

日本海は、気候変動や人為活動による環境変動が最も顕著に現れる海域である。世界の海洋と比較しても、一連の変化が3倍の速さで進展していることが分かっている。例えば、日本海における最近100年間の水温上昇幅は1.72°Cであるが、太平洋では0.45°C、世界平均は0.51°Cとなっている。このような急激な水温上昇によって、海水の鉛直移動が弱くなるが、日本海の海底部では実際に海水の移動が弱まっている。

また、日本海南部では、表層水中の炭酸ガス濃度が上がり、pH値が高くなっている。その速度は世界平均がCO₂濃度では1.5µatm/年、pHは-0.02/10年であるが、日本海ではそれぞれ3.3、-0.04と2倍の速さとなっている。

また、日本海南部の大気中の硝酸塩の動きが激しくなっており、海水の富栄養化を起こしている。

これらの変化が環境に影響を及ぼさないわけではなく、水産関係ではイワシの漁獲量が減り、イカの漁獲量が増加した。赤潮が頻発し、エチゼンクラゲ (*Nemopilea nomurai*) が大発生した。ウラジオストク沿岸では、2人がサメに襲われる事件も起きている。

これらの異常現象を十分に理解する必要性が高まっている。熱塩混合や海洋構造、生物地球化学的プロセスや海生生物相の変化が確認されているが、現象の究明は全く進んでいない。恒常的な観測システムと安定した研究体制を構築するために、国際場裏において協力していくことが求められる。

ロ日政府間協定に基づいて、太平洋海洋学研究所と日本の環境省は、ロ日環境保護合同委員会第1回会合(1994年)を手始めに、予備共同海洋調査(1994年)、共同海洋調査(1995年)や成果を確認する研究会などの事業を重ねてきた。調査では、水深ごとの水温、pHを計測し、アンモニア、窒素、亜硝酸塩、硝酸塩、カリウム、リン酸塩等化学物質の濃度を分析した。この研究調査が非常に大きな成果を挙げたため、同様のプロジェクトを継続する必要があると考える。

2つ目の共同プロジェクトは、金沢大学大学院理工学域とロシア科学アカデミー極東支部太平洋海洋学研究所が2008年に締結した学術協力協定に基づく「環境研究ジョイントラボラトリー」である。この枠組みでは、大気中の有機汚染物質(POPs)の移動、多環芳香族

炭化水素（PAH）の日本海海水中の移動、そしてセシウム（Ce）をはじめとする放射性同位体の拡散を調査した。この結果、中国・瀋陽とロシア・ウラジオストーク上空では PAH とニトロ多環芳香族炭化水素（nitro-PAH）の濃度が、日本の金沢市と比較して高いことが判明した。前 2 都市では家庭暖房や火力発電所から排出される石炭の燃焼生成物の影響が大きいとみられる。

第 3 の取り組みは、張勁教授がリーダーを務める富山大学研究グループと 2010 年 6～7 月に行った微量元素の分析を通じた海水循環研究で、海水と海底堆積物のサンプリングを行った。

第 4 の共同学術研究の例は、全球海洋観測システム北東アジア地域観測（NEAR-GOOS）プロジェクトにおける海洋断面図作成事業であった。この取り組みで日ロ双方は、2011 年からそれぞれの排他的経済水域において、水温、塩分濃度、溶存酸素濃度、亜硝酸塩、硝酸塩、リン酸塩、pH 値などを計測した。

Мониторинг климатических изменений в Японском море – Российско-японские совместные исследования.

В.Б. ЛОБАНОВ

Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН

Японское море является акваторией, где экстремально очевидно изменение окружающей среды, вызываемой климатическими изменениями и антропогенной деятельностью. В самом деле в нем ряд изменений прогрессирует в три раза быстрее по сравнению с мировыми океанами; например, в Японском море средняя температура воды за последние 100 лет повысилась на 1,72 градусов, тогда как в Тихом океане – на 0,45 градусов, в глобальном океане – на 0,51. Это сказывается на ослаблении вентиляции воды по вертикали; на глубине воды Японского моря она слабеет.

Кроме того, на поверхности воды южной акватории Японского моря происходят увеличение концентрации углекислого газа и снижение рН, темпы которых в два раза быстрее, чем в мировом океане – в мировом океане годовой рост CO₂ составляет 1,5 гатм/год, понижение рН – -0,02/10 лет, а в Японском эти показатели – 3,3 и 0,04, соответственно.

Усиливается также транспортировка нитрата в атмосфере над югом Японского моря, что приводит к эвтрофикации воды.

Эти изменения не могут не вызывать свои последствия – изменился основной объект рыбной промышленности – спад улова сардина, повлекший за собой увеличение улова Squid, часто происходит цветение воды, массовое размножение гигантской медузы (*Nemopilea nomurai*). Вблизи Владивостока произошло нападение хищной акулы на двух человека.

В связи с этим возрастает необходимость хорошо понимать те и другие аномальные явления. Наблюдаются изменения термохалинной циркуляции, структура водных масс, биогеохимические процессы и морской биоты. Однако, механизм этих морских явлений до сих пор изучен весьма слабо. Необходимо сотрудничать на международной арене в целях создания стабильной системы мониторинга и исследовать на устойчивой основе.

Под эгидой Российско-японского межправительственного соглашения ТОГ и Министерство окружающей среды Японии совместно проводили такие мероприятия, как Первое совместное заседание Комитета (1994 г.), совместный предварительный круиз (1994 г.), совместный круиз (1995 г.) и заседание экспертов с утверждением результатов. В ходе серии таких исследований были измерены температуры воды и кислотность рН на разных глубинах и анализированы уровни химических элементов, включая аммоний, азот, нитрит, нитрат, калий, фосфат и т.д. С учетом высокой результативности этих исследований считается необходимым повторять подобный проект.

Вторым совместным проектом являлся «Совместная лаборатория исследований окружающей среды» на основе Соглашения между аспирантуры природоведения и технологии Университета Канадзава и ТОГ ДВО РАН 2008 года в рамках которой были изучены транспортировка органических загрязнителей по воздуху и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в воде Японского моря и распространение радионуклидов – цезия. Было обнаружено загрязнение воздуха над Шеньяни и Владивостоком из-за более высокая концентрации ПАУ и нитро-ПАУ по сравнению с Канадзава, обусловленной, главным образом, выбросами из домашнего отопления и с ТЭС.

Третьим совместным проектом было изучение циркуляции водных масс на основе микроэлементов, проведенным с Университетом Тояма во главе с профессором Чжан Цзин в июне – июле 2010 года способом взятия проб воды и донных насосов.

Четвертым примером совместной научной работы в этом направлении стал климатический разрез в рамках международного проекта Глобальной океанской наблюдательной системы для региона северо-восточной Азии (NEAR-GOOS). В рамках этого проекта российская и японская стороны измеряли температуры, соленость, уровни кислорода, нитрата, нитрита, силиката, рН и другие в пределах своих исключительных экономических зон ежегодно с 2011 года.

**日ロ近隣地域における生態系の調査、保全、持続可能な管理における
日ロ両政府協力プログラム
ロシア科学アカデミー極東支部太平洋地理学研究所の研究調査活動**

A. N. カチュール

**ロシア科学アカデミー極東支部太平洋地理学研究所
学術担当副所長**

ロシア科学アカデミー極東支部太平洋地理学研究所は、日ロ両国の近隣地域における持続可能な環境管理を目指し、ロシア極東と日本北東部における天然資源の量、国際汚染も含む環境汚染を総合的に評価するための理論・実践両面の研究準備を進めている。

以下の枠組みでの研究調査活動がある。

- 日本海・オホーツク海の持続可能な資源利用と開発プログラムの科学的根拠の確定。
- 日本海・オホーツク海沿岸統合管理プログラム。
- 世界気候温暖化の中での日本海・オホーツク海自然環境保全シナリオ。
- 日本海・オホーツク海経由の越境汚染の研究と調査。
- 日本海・オホーツク海水域の津波等激甚自然災害の研究。
- 日本海・オホーツク海水域の自然と経済活動に与える気候変動の影響の研究。

太平洋地理学研究所はまた、天然資源の余力の見極めと最大環境負荷の特定を目指した理論・実践融合研究の準備を進めてきた。特に重点を置く事業は、国境をまたぐ様々な現象の調査である。

この方針のもと、以下のプロジェクトが完了し、また進行中である。

- 環境アセスメントと持続可能な自然管理の可能性を探ることを目指すアムール・オホーツクプロジェクトの枠組みとして、オホーツク海・日本海域の持続可能な自然管理プログラムのための科学データ集計。この枠組みで、2009年札幌市でアムール・オホーツクコンソーシアム国際シンポジウムと会合が、また2014年同コンソーシアムワークショップが開催された。
- 日本海・オホーツク海の沿岸統合管理プログラム。
- 世界気候温暖化の多様なシナリオの基づく日本海・オホーツク海自然環境保全。
- 日本海・オホーツク海域の汚染物質の越境移動の研究調査。
- 日本海・オホーツク海の津波等激甚自然災害の研究。
- 日本海・オホーツク海水域の自然と経済活動に与える気候変動の影響の研究。

また、太平洋地理学研究所は、アムール・オホーツクプロジェクト（ロシア側共同主催者はロシア科学アカデミー極東支部水環境自然研究所）を筆頭に、いくつかのプロジェクトを日本の研究者とともに直近10年間にわたって進めてきた。日本側代表は総合地球環境学研究所（京都市）である。研究成果は、1930～40年代と現在（20世紀末から21世紀初頭）のアムール流域土地利用状況や植生・土壌の現況の集成と、土地利用状況図として発表された。

日本海・オホーツク海域の持続可能な開発プログラムの枠組みで行われた調査研究にも触れておかなければならない。これらの調査研究の重要な取り組みに、国連環境計画（UNEP）の北西太平洋地域における海洋及び沿岸の環境保全・管理・開発のための行動計画（NOWPAP）関連の多面的協力事業があり、特に同地域沿岸統合管理手法の最適化を柱としていた。事業目的は、北西太平洋沿岸諸国が足並みを揃え、沿岸域・海域統合管理（ICARM）手法の導入を支援することにあつた。NOWPAP 関連の2番目の事業として、残留毒性物質（PTS）及び残留有機物質（POPs）の現況評価があり、PTS（ストックホルム条約規制対象外物質を含む）に関する地域の環境問題の最新の評価を公表するとともに、北西太平洋を含む域内のPTS・POPs越境汚染状況を把握することを目指している。

非常に重要かつ多い成果が得られた取り組みとして、津波堆積物に残る津波の痕跡調査を含む日本海沿岸の地震・津波影響研究があり、沿海地方西岸南岸沿いに共同フィールド調査を行った。参加したのは北海道大学、新潟大学の教員、静岡県立博物館の学芸員で、3500年前までさかのぼって巨大津波の同定を行った。その結果、20世紀中に起きた一切の津波より、規模が極めて大きい津波が発生していたことが分かった。

他の取り組みの中で目を引くのが、ロシア極東・日本環境・経済・歴史シンポジウム及び学術会議（20余セッション）である。

NOWPAP プログラムで触れておきたいのは、2012年4月23日に金沢市で行われたNOWPAP地域のPTSとPOPsについてのワークショップで、各国のPTS・POPs関連研究計画の見直しを目的としていた。金沢大学と太平洋地理学研究所が共催した。

これらの共同事業の成果を踏まえて、以下の分野でさらに協力を継続するよう提案する。

- 日本海・オホーツク海経由の越境汚染物質の調査研究。
- 日本海・オホーツク沿岸統合管理共同プログラムの継続。
- 日本海・オホーツク海水域の津波をはじめとする激甚災害の研究。
- 古代の気候・植生調査と完新世の植生・景観変化研究。
- 日本海・オホーツク海域の自然と経済に及ぼす気候変化の影響の研究。

Исследовательская деятельность Тихоокеанского института географии ДВО РАН в рамках Программа сотрудничества между Правительством Российской Федерации и Правительством Японии в сопредельных районах двух государств в области исследований, охраны и устойчивого управления экосистем.

А.Н. КАЧУР

*Заместитель директора по научным вопросам.
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН*

В рамках Программы сотрудничества между Правительством Российской Федерации и Правительством Японии в сопредельных районах двух государств в области исследований, охраны и устойчивого управления экосистем Тихоокеанский институт географии ДВО РАН активно участвует в исследованиях в области разработки теоретических и практических исследований по комплексной оценке природно-ресурсного потенциала, экологических ограничений, в том числе трансграничной природы, на Дальнем Востоке России и в Северо-Восточной части Японии с целью организации устойчивого природопользования в сопредельных районах двух государств.

Исследования выполняются в рамках следующих направлений:

- Разработка научных основ Программы устойчивого природопользования и устойчивого развития бассейнов Охотского и Японского морей
- Разработка Программ Комплексного управления прибрежными зонами в Японском и Охотском морях;
- Сценарии развития природной среды в бассейнах Японского и Охотского морей на фоне глобального потепления климата;
- Изучение и мониторинг трансграничных переносов загрязняющих веществ через Японское и Охотское моря;
- Изучение экстремальных природных процессов в бассейнах Японского и Охотского морей, включая цунамиопасность;
- Изучение влияния изменения климата на природу и хозяйство в бассейнах

Японского и Охотского морей.

ТИГ ДВО РАН участвует в подготовке как теоретических, так и практических исследований для комплексной оценки потенциалов природных ресурсов, а также определения допустимой экологической нагрузки. Важным направлением работ являются исследования процессов, имеющих трансграничный характер.

В рамках этих работ выполнено или выполняется ряд проектов:

- Развитие научных данных в рамках Программы устойчивого управления природой в акваториях Охотской и Японского морей в Амуро-Охотском Консорциуме с основной целью оценки качества окружающей среды и изучения возможности устойчивого управления природой. В этой формулировке состоялся Международный симпозиум и заседание АОК в ноябре 2009 года в Саппоро (Япония), и заседание рабочей группы АОК в декабре 2014 года.
- Программа комплексного управления прибрежно-морскими зонами Японского и Охотского морей.
- Сохранение природной окружающей среды в Японском и Охотском морях в условиях различных сценариев изменений глобального климата.
- Изучение и исследования трансграничной миграции загрязнителей в бассейнах Японского и Охотского морей.
- Изучение экстремальных природных процессов в бассейнах Японского и Охотского морей, включая цунами.
- Изучение последствий изменений климата в природе и экономике в бассейнах Японского и Охотского морей.

Кроме того, в течение последних 10 лет исследователи ТИГ ДВО РАН вместе с японскими коллегами проводили несколько проектов, в том числе Проект «Амур-Охотск» (совместно с ИВЭП ДВО РАН). С японской стороны участвовали специалисты НИИ человечества и природы (Киото, Япония). Результатами проекта являются данные о текущем состоянии землепользования, растительности и преобладающей почвы и приведены карты землепользования на современное время (конец 20 – начало 21 вв), а также на 1930-40 гг для всего бассейна реки Амур.

Также необходимо выделить исследования в рамках формирования программы устойчивого развития в регионе Японского и Охотского морей. Важной составляющей этих работ является многостороннее сотрудничество по **Плану действий по защите морской окружающей среды северо-западной Пацифики (NOWPAP) ЮНЕП**, в том числе Оптимизация Комплексного управления прибрежной зоной. Целью проекта была содействовать странам в

регионе северо-западной части Тихого океана координировать свои действия и использовать эффективные методологии ICARM. Вторым проектом в (NOWRAP) - Оценка особо опасных загрязнителей (PTS и POPs) нацелен на представление для общего обозрения последней оценки региональных вопросов, касающихся стойких загрязнителей (PTS), в том числе невключенных в объекты Стокгольмской конвенции, а также оценить трансграничные аспекты экологических проблем PTS и POPs в регионе, в том числе и оценки Трансграничного переноса этих опасных загрязнителей в северо-западной части Тихого океана.

Очень важными и результативными являются совместные исследования по изучению влияния сейсмичности и цунами на побережья Японского моря, включая цунами, проявляющиеся в геологических отложениях. Для этой цели выполнялись совместные полевые исследования вдоль западного и южного побережий Приморского края. В них участвовали профессора Университетов Хоккайдо, Ниигата и научный сотрудник Музея природы и истории г. Сидзуока. Российские и японские специалисты стремились идентифицировать следы нескольких катастрофических цунами, произошедших за последние 3 500 лет. Выяснилось, что масштабы цунами за эти годы были существенно больше, чем любые известные цунами в 20 веке.

Из других направлений совместных работ можно выделить организацию и проведение Научных симпозиумов и Конференции экологов, экономистов и историков на Дальнем Востоке России и в Японии (более 20 сессий).

В рамках программы NOWRAP можно отметить проведение совместного форума по актуальным вопросам окружающей среды в регионе, который состоялся 23 апреля 2012 года в г. Канадзава (Япония). Его целью было рассмотрение национальных программ по изучению стойких отравляющих веществ (PTS) и стойких органических загрязнителей (POPs). Соорганизаторами этого мероприятия стали Университет Канадзава и ТИГ ДВО РАН.

С учетом полученного опыта и результатов совместных работ нами предлагаются для дальнейшего сотрудничества:

Исследования и анализ трансграничной миграции загрязнителей через Японское и Охотское море;

Продолжение о разработке Совместной программы комплексного

управления прибрежными зонами Японского и Охотского морей;

Продолжение изучения экстремальных природных процессов (в первую очередь – цунами) в акваториях Японского и Охотского морей;

Исследования, направленные на палеореконструкцию климата, и соответственно, изучение изменений растительности и ландшафтов в голоцене.

Изучение воздействий изменений климата на природу и экономику в акваториях Японского и Охотского морей.

アムール川下流域生態系における気候変動の影響調査

A. N. マヒノフ

ロシア科学アカデミー水・生態系問題研究所

ロシア極東でここ数十年、最も自然環境の変化が顕著に現れているのが、アムール川下流 900 kmにわたる流域である。アムール川下流域は中流よりも状況が深刻で、気候変化に敏感である。気象観測点のデータを分析したところ、アムール川下流の低地帯では、気候変化が起きているだけでなく、生態系全体が一定方向へ変化していることが分かった。

まず、平均気温が 1891～2009 年の平均よりも上昇している。特に気温上昇が顕著なのがアムール川低地帯で、春季・冬季の気温上昇傾向に起因するとみられる。1980 年代初めに、有意な温暖化傾向が始まり、現在まで続いている。この期間の平均気温は、1.5°C 上昇したが、最近 10 年間に限れば、0.65°C という記録的な上昇幅を示している。

アムール川下流域の異常降水の長期変動を分析してみると、1982 年から 2002 年までの 20 年間、特に冬の降雪量の増加によって、年間降水量を押し上げていることが分かった

ハバロフスク市アムール河畔の夏の最高水温は、1986 年からの 30 年間、1946～1985 年の期間との比較で平均 2°C 上昇し、年によっては 27°C に達する。

冬の温暖化により、アムール川の凍結時期も大きく変化している。秋の結氷期は、アムール川の氷の変化でも大きなフェーズで、その年の氷の構造や厚さを大きく左右する。最近数 10 年間は、結氷期が後ろにずれてゆき、現在ハバロフスク市付近で結氷するのは 11 月末～12 月初めである。中流域の結氷期は 11 月 20 日、下流域で 11 月 14 日である。これに対し、下流域の春の解氷時期は早まっている。

河川の結氷・解氷などの現象の到来期と結氷期間の変化を調査するため、1991 年を区切りとして、その前と後の期間（2014 年まで）を比較した。この比較で、結氷始期が 2～5 日遅れていることが分かった。沿岸氷の発生時期は、下流部（ニコラエフスク・ナ・アムール）で最も遅れている。春の解氷期の始期は、過去 23 年間で 2～3 日早くなった。結氷期間は平均で 3～4 日短くなった。

氷の種類ごとに土砂の平均含有量を調べ、このデータをもとに下流全域の土砂流量を計算したところ、230 万 t という数値が得られた。土砂の大半は、アムール川の流量が激増する春に、集中的にオホーツク海に流れ込む。

アムール川では、以前観測されなかった場所にポリニアが頻繁に形成されるようになった。これによって沿岸や川底が冬も浸食されるようになった。アムール川の氷上リスクが秋と冬に最も高くなるのは、地元住民が氷の上で歩いたり自動車で走行したりして移動経

路として利用しており、氷が割れ転落事故が発生する確率が高くなるからである。

アムール川は、長期間の流量の振幅が大きいのが特徴である。高水位が続いた期間として、1930年代初め、1950年代末、1980年代半ばが挙げられる。直近の高水位は2009年に始まり、現在まで続いているが、今回は水位が最も上昇した期間となった。20世紀中流量が増加する傾向にあったものの、水位上昇の規則性は1970年代から崩れた。気候変動だけでなく、支流での巨大ダム建設に代表される人為活動の影響とみられる。

また、アムール川は本流・支流がダイナミックに変動するうえ、水量の変化も激しい。20～100年に1度の大規模な融雪洪水の時は、流域の変化が特に激しくなる。河川の大規模洪水は、降雨量の増加によって起きる。最近の洪水の大規模化は、気流のルートの変化に起因すると見なしてよい十分な根拠もある。アムール下流域の過去最大規模の洪水は、2013年の夏から秋にかけて発生した。この洪水によって、流域が激しく変化し、沿岸の浸食が加速し、流域及び冠水域に膨大な堆積物をもたらした。

気候温暖化が特に顕著に表れたのは、凍土地域である。バロフスク州の凍土地域は、アムール川下流域のある北部の一部にもかかっており、多くは小さな島のように点在している。凍土地帯の南限は、下流低地帯と海拔900～1400mの下流域山岳地帯であるが、いずれも後退している。

冠水域では、季節移行期と言える春と秋の強風で、局地的な黄砂現象も頻発している。植物が生育していない中洲では砂丘の高さが5～6mにも達する。

また、ここ数10年間でアムール流域の急峻な崖で土砂崩れが頻繁に発生するようになった。これは、土壌が水につかりやすくなり脆くなったからともいえる。流域の山地区間では、夏の落石・がけ崩れや冬の雪崩も相次いでいる。森林火災のあった山腹では、地滑りも起きている。このような浸食や地滑りで、土砂が大量に流れ込み、流域の中小分流が生成と消滅を繰り返し、地形を大きく変化させている。

このように、地球規模の気候変化が、アムール川流域の生態系に顕著に発現しているので、今後の影響を今後詳しく調査する必要がある。

Оценка влияния климатических изменений на экосистемы в бассейне нижнего течения реки Амура.

А.Н. МАХИНОВ

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН

В бассейне нижнего течения реки Амур, общая протяженность которой составляет более 900 км, в последние десятилетия происходят активные изменения природной среды. Этот район характеризуется суровыми условиями по сравнению с территорией среднего Приамурья и отчетливо реагирует на климатические изменения. Анализ данных по метеорологическим постам показал, что в долине нижнего течения реки произошли не только изменения климатических показателей, но и направленные преобразования экосистем.

Произошло увеличение средней температуры воздуха по сравнению с нормой, рассчитанной за период с 1891 по 2009 гг. Особенно существенным оно было в долине Амура, что обусловлено, в основном, тенденцией к потеплению в весенние и зимние сезоны года. В начале 80-х годов началось самое значительное потепление, которое продолжается до настоящего времени. Среднегодовая температура воздуха возросла за весь период инструментальных наблюдений на 1, 5° С, а за последнее десятилетие отмечается самое рекордное увеличение температуры воздуха на 0,65° С.

Анализ многолетнего хода аномалий осадков в бассейне Нижнего Амура показал, что за 20 лет в период с 1982 по 2002 год количество атмосферных осадков увеличилось в основном за счет более влажных зимних месяцев.

Максимальная температура воды в р. Амур у Хабаровска летом в последние 30 лет (с 1986 г.) возросла в среднем на 2°С по сравнению с периодом 1946-1985 гг., достигая в отдельные годы 27°С.

Зимнее потепление вызвали отчетливо выраженные изменения в ледовом режиме Амура. Осенний ледоход на Амуре является важной фазой ледового режима реки, во многом определяющий строение и толщину льда. В последние десятилетия происходило более позднее замерзание реки - в конце ноября–начале декабря. В среднем течении реки ледостав устанавливается 20 ноября, а в

низовьях реки 14 ноября. Начало весеннего ледохода на этом же участке реки также сдвинулось на более ранние сроки.

С целью выявления изменений в сроках наступления различных ледовых явлений и продолжительности ледостава было выделено два периода – до 1991 года и после (до 2014 г.). Сравнение этих двух периодов свидетельствует о том, что начало ледовых явлений сдвинулись на 2 – 5 дней позднее. Наибольшее изменения в сроках появления заберегов отмечаются в низовьях реки (Николаевск-на-Амуре). Начало весенних ледовых подвижек и начало ледохода за последние 23 года сместились на 2-3 суток раньше. Продолжительность ледостава в среднем сократилась на 3 -4 суток.

Полученные данные о среднем содержании включений терригенного материала в разных типах льда позволили оценить общее его количество в пределах всего нижнего течения реки величиной, равной 2,3 млн. тонн. Значительная часть этого материала во время весеннего ледохода выносится в Охотское море, существенно увеличивая общий сток наносов р. Амур, что ранее не учитывалось.

На Амуре более часто стали формироваться полыньи там, где они раньше никогда не возникали. На отдельных участках реки отмечались случаи зимнего размыва берегов и дна. Наибольшие риски на льду Амура осенью и зимой связаны с опасностью для транспорта и людей провалиться под лед, так как местное население часто используют замерзшее русло реки для движения транспорта.

Для Амура характерно четко выраженное естественное многолетнее колебание водности. Выделяется несколько этапов высокой водности – начало 1930-х, конец 1950-х, середина 1980-х гг. Последний период высокой водности наступил в 2009 году и продолжается до настоящего времени. Он характеризуется наиболее амплитудными изменениями максимальных расходов воды. Несмотря на общее нарастание водности в XX столетии, эта закономерность нарушилась начиная с 1970-х годов, что объясняется не только климатическими изменениями, но и антропогенным воздействием – строительством крупных водохранилищ на притоках Амура.

Река Амур характеризуется высокой динамикой русла и перераспределением стока воды между рукавами. Особенно интенсивно

преобразования русла происходят в большие паводки, случающиеся один раз в 20 – 100 лет. Катастрофические наводнения на реках имеют дождевой генезис. В настоящее время имеются основания считать их значительные масштабы последствием изменений путей движения воздушных масс. Одно из крупнейших наводнений случилось в долине Нижнего Амура летом и осенью 2013 г. Его прохождение привело к существенному преобразованию русла, увеличению скорости размыва берегов и значительной аккумуляции наносов в руслах и поймах.

Особенно заметно потепление климата сказывается в районах, занятых мерзлыми горными породами. Многолетняя мерзлота на территории Хабаровского края охватывает северную часть бассейна нижнего течения Амура, где представлена в основном в виде островного распространения. Южная граница ее отступает как на равнинных территориях, так и в верхнем поясе гор Нижнего Приамурья на высотах 900 – 1400 м над уровнем моря.

В пойме Амура участились случаи появления локальных пылевых бурь, обусловленных усилением ветров в переходные сезоны года – весной и осенью. Современные песчаные дюны, образованные ветром на незакрепленных растительностью островах, достигают в высоту 5-6 м.

В последние десятилетия в долине р. Амур на крутых склонах отмечается активизация оползневых процессов, что может быть обусловлено повышенной обводненностью грунтов. На многих участках горной части долины Амура на скальных берегах появилось большое количество обвалов летом и снежных лавин зимой. Была также отмечена активизация плоскостного смыва на склонах, подверженных воздействию пожаров. Смыв приводит к поступлению значительного количества терригенного материала в водотоки, обуславливая активные русловые преобразования в долинах малых и средних водотоков бассейна Амура.

Таким образом, глобальные изменения климата отчетливо проявляются в экосистемах бассейна Амура, что требует более тщательного исследования их последствий.

環オホーツク地域の雪氷圏における気候・環境変動

白岩 孝行

北海道大学低温科学研究所

1. はじめに

オホーツク海を取り巻く陸域雪氷圏とオホーツク海の環境変動について、公刊されている論文から3つの話題を紹介する。これらは、過去20年間にわたって、日本とロシアの研究機関の共同研究によって明らかになったものである。ここで報告する気候・環境変動は、いずれも環オホーツク地域の陸域・海域の生態系にとって重要な問題であり、この地域の生態系を保全する上でも基礎となる情報である。

2. アムール川がオホーツク海の海洋基礎生産に与える影響

オホーツク海や千島列島を挟んで東に位置する西部亜寒帯太平洋は世界でも有数の水産資源を有する海域である。これらの海域の海洋基礎生産は、海水中に豊富に存在する栄養塩と、アムール川を通じて供給される溶存鉄によって支えられていることが明らかになった(Shiraiwa, 2012 ; Nishioka et al., 2014)。この溶存鉄は、アムール川流域の湿地に起源を持ち、年間およそ10万トンがオホーツク海に流入する。

通常、淡水中では溶けている鉄も、海水に流入すると、海水中の塩と凝集して、河口域に沈殿してしまう。しかし、アムール川が流入するオホーツク海の北西部では冬期に海水が結氷する際に陸棚水(Dense Shelf Water)と呼ばれる密度の高い海水が形成され、これが大陸棚の鉄を沖合へと輸送することが観測からわかった。

しかし、今、この鉄を介したアムール川とオホーツク海の連環にいくつか変化が起これつつある。その一つは、アムール川が輸送する溶存鉄の輸送量に変化が起これつつあることである。ロシア連邦水文気象環境監視局(ROSHYDROMET)がハバロフスクで観測した1980年から2000年の流量と溶存鉄濃度を用いて年間の溶存鉄フラックスを計算した結果、20世紀を通じて、アムール川流域では土地利用が進み、湿地が減少した結果、アムール川が輸送する溶存鉄は減少傾向にあった。しかし、予想に反して、1997年と1998年に大量の鉄が輸送される状況が生じた(Shamov et al., 2014)。数値シミュレーションを利用して、この溶存鉄フラックスのピークの原因を説明しようと試みたところ、同時期に起こった支流の松花江の洪水や、中国黒竜江省の地下水揚水では、ピークの半分程度しか説明できない(大西健夫、私信)。残りの半分はどのような原因で説明できるのか、今、我々はアムール川の支流であるブレヤ川とゼーヤ川の永久凍土の融解である可能性を検討している。

3. オホーツク海と周辺海域における海洋子午面循環とその変動

北部北太平洋からベーリング海・オホーツク海をへて陸棚水の形成に至る子午面循環に、表層海水と陸棚水の低塩化とその伝搬が発見された (Uehara et al., 2014)。

ロシアが観測した海洋表層の海水の塩分濃度データを用いて、北部北太平洋の海洋の循環を詳細に検討したところ、5つの海域、すなわち、陸棚水の形成域(DSW)、東オホーツク海(EOS)、東カムチャツカ海流(EKC)、中央ベーリング海(CBS)、アラスカ海流と西部亜寒帯渦(AS + WSG)に於いて、過去60年間の間に海水の塩分濃度が低下していることがわかった。DSWの場合で見ると、年間 0.0024 ± 0.0015 の割合で低下しており、過去50年間で 0.12 ± 0.08 低下した。

一方、いずれの海域においても、塩分濃度は周期的に変動している。この変動は、最北部のアラスカ海流や西部亜寒帯渦海域からベーリング海を通じてオホーツク海、そしてDSW海域を通じて、少しずつ時間がずれている。つまり、これらの低塩化は、北から南に伝搬していることがわかる。アラスカ海流からDSW海域に至るまで3年間の遅れが生じる。

海水の塩分濃度が低下すれば、海氷生産時に形成される熱塩循環は弱くなるので、この長期的かつ周期的な北部北太平洋の低塩化は、子午面循環を弱化することになる。海洋の低塩化が起こる原因については、まだよくわかっていない。仮説の一つは、陸域からの淡水供給が時間的に変化するために、生じるのではないかというものである。

例えば、カムチャツカ半島の東部には、冬季に大量の降雪がもたらされる。この降雪が春季に融雪水となって河川を通じて東カムチャツカ海流に供給される。カムチャツカ半島の降雪は、北太平洋の気候条件によって年々変化するだけでなく、北太平洋10年振動(Pacific Decadal Oscillation: PDO)と呼ばれる気候モードにも大きく影響を受けること周期的な気候変動とも連動していることがわかっている(Sato et al., 2014)。

このようにして、北部北太平洋域では、大気と陸面と海洋が相互作用しながら、気候・環境が変動している可能性が見えてきた。

4. 環オホーツク陸域雪氷圏における過去260年間の気温・降水量変動

カムチャツカ半島の氷河を掘削して得たアイスコアの酸素・水素安定同位体比の分析を行ったところ、過去260年間の気候変動の復元が可能となった(Sato et al., 2014)。

カムチャツカ半島には多くの火山が分布し、その山頂には氷河が発達しています。その中でも最も標高が高く、最も氷河が厚いウシュコフスキー山山頂の氷河において、1998年に全長212mの氷コアを掘削した。このアイスコアのうち、表面から140mについて、酸素同位体比と水素同位体比を測定し、その年々振幅を用いてアイスコアの年代を決定したと

ころ、1736年から1997年の間に堆積した氷であることが判明した。

一般に、酸素同位体比や水素同位体比は、降雪時の気温を反映していることから、過去の気温変動の指標となることが知られている。また、これらの同位体比は、年々振幅を見せるので、その振幅の幅を測定すれば、それは一年間に降った降雪量を示す。ウシュコフスキー火山の山頂付近は夏でも氷点下のため、ほとんど雪が融けない。したがって、アイスコアの同位体比に見られる年々振幅の幅は、過去の降水量の記録として利用することができる。

アイスコアから復元された過去 260 年間の気温と降水量の変動を見ると、気温を表す水素同位体比には、1880年に大きなジャンプがあり、これを境に約6パーミル増加している。これはカムチャツカ半島における小氷期 (The Little Ice Age) の終了を示すものと考えている。

降水量について見ると、16世紀の後半以降、周期的に変動する様子が明らかになった。その変動は、近年に至るに従って小さくなっている。

5. まとめ

- (1) アムール川とオホーツク海を結ぶ環境システムは、鉄を介したユニークな陸海連環である。
- (2) 北部北太平洋の子午面循環は、周期的な低塩化を示しており、この低塩化は、陸域の水文諸過程に影響されている可能性が高い。
- (3) カムチャツカ半島のアイスコアによって示されるように、環オホーツク地域は、十年～数十年周期の気候変動を経験してきた。

6. 引用文献

Nishioka, J., Nakatsuka, T., Ono, K., Volkov, Y.N., Scherbinin, A. and Shiraiwa, T. (2014) Progress in Oceanography, 126, 180-193.

Sato, T., Shiraiwa, T., Greve, R., Seddik, H., Edelman, E. and Zwinger, T. (2014) Accumulation reconstruction and water isotope analysis for 1736-1997 of an ice core from the Ushkovsky volcano, Kamchatka, and their relationship to North Pacific climate records. *Climate of the Past*, 10 (1), 393-404.

Shamov, V.V., Onishi, T., Kulakov, V.V. (2014) Dissolved iron runoff in Amur basin rivers in the late XX century. *Water Resources*, 41(2), 201-209.

Shiraiwa, T. (2012) "Giant Fish-Breeding Forest": a new environmental system linking continental watershed with open water. In Taniguchi, M. and Shiraiwa, T. (eds.) *The Dilemma of Boundaries*,

Towards a New Concept of Catchment, Springer, 73-85.

Uehara, H., Kruts, A.A., Mitsudera, H., Nakamura, T., Volkov, Y.N. and Wakatsuchi, M. (2014)
Remotely propagating salinity anomaly varies the source of North Pacific ventilation. Progress in
Oceanography, 126, 80-97.

Изменения климата и окружающей среды в криосфере вокруг региона Охотского моря

Такаюки СИРАИВА

Институт низкотемпературных наук Университета Хоккайдо

1. Введение.

В данном докладе будут представлены 3 темы из опубликованных статей по изменению окружающей среды Охотского моря и криосферы суши вокруг региона Охотского моря. Эти данные получены в результате совместных исследований научных институтов Японии и России, проведенных в течение последних 20 лет. Представленные здесь данные по изменению климата и окружающей среды являются ключевыми вопросами для наземной и морской экосистем Охотского моря и его сопредельных регионов, и служат основной информацией для сохранения экосистем в этих регионах.

2. Влияние р. Амур на первичную продукцию Охотского моря.

Охотское море и западная часть субарктического пояса Тихого океана, расположенная к востоку от Курильской гряды, которая зажата между ними, являются одними из самых богатых морскими ресурсами акваторий. Выяснено, что первичная продукция этих акваторий обеспечена высоким содержанием в воде биогенных элементов (питательных веществ) и растворенным в воде железом, выносимым из реки Амур (Shiraiwa, 2012 ; Nishioka et al., 2014). Источником этого растворенного железа являются болотистые местности бассейна реки Амур, и его количество, поступающее в Охотское море, составляет около 100 тысяч тонн в год.

Попав в море, железо, обычно растворенное в пресной воде, образует агрегации с солью в морской воде и осаждается в устье. В северо-западной части Охотского моря, куда поступает вода реки Амур, зимой, когда замерзает морская вода, образуется водная масса большой плотности, которая называется плотной шельфовой водой (Dense Shelf Water). Наблюдения показали, что эта плотная вода

переносит, растворенное в шельфовой воде железо далее в открытые акватории моря.

Однако в настоящее время отмечаются некоторые изменения в этой цепи реки Амур и Охотского моря, связанные с растворенным железом. Одним из этих явлений является возникновение изменения объема выносимого рекой Амур растворенного железа. По данным наблюдений расходов воды р. Амур и концентрации растворенного в воде железа, проведенных в период с 1980 по 2000 год в г. Хабаровске Федеральным Государственным Бюджетным Учреждением "Дальневосточным региональным научно - исследовательским гидрометеорологическим институтом" (ФГБУ "ДВНИГМИ"), был рассчитан годовой поток растворенного железа. Результаты показывают, что выносимое рекой Амур количество растворенного железа имеет тенденцию к уменьшению вследствие развития землепользования, вызывающее уменьшение площади болотистых местностей в бассейне р. Амур. Однако вопреки прогнозам, в 1997 и 1998 годах произошли массовые выносы растворенного в воде железа (Shamov et al., 2014). Был проведен численный эксперимент с целью выяснения причин возникновения этих пиков потока растворенного железа, однако с учетом одновременно произошедшего наводнения в р. Сунгари и поступления грунтовых вод в области Хей Лун Дзян можно было объяснить только половину отмеченных пиков (Т. ОНИСИ, частная корреспонденция). Каким же образом можно объяснить еще половину, по какой причине они произошли? Мы, в настоящее время, обсуждаем возможность влияния таяния вечной мерзлоты в бассейнах притоков Амура р. Бурея и р. Зея.

3. Морская меридиональная циркуляция в Охотском море и в его сопредельных регионах и ее динамика.

В меридиональной циркуляции морской воды, начинающейся в северной части Тихого Океана и распространяющейся дальше через Берингово и Охотского моря, образующей плотные шельфовые воды, было отмечено понижение солёности в поверхностном слое и в шельфовых водах и передачи этого явления (Uehara et al., 2014).

По данным наблюдений российских коллег за солёностью воды в

поверхностном слое моря, были проведены тщательные обсуждения морской циркуляции, которые позволили выяснить, что в 5 районах, а это - район формирования плотной шельфовой воды (DSW), восточная часть Охотского моря, восточно-камчатское течение (ЕКС), центральная часть Берингова моря (СBS), Аляскинское течение и вихри западной части субарктического пояса (AS + WSG) в течение последних 60 лет отмечается снижение солёности морской воды. Относительно плотной шельфовой воды DSW, это понижение составляет 0.0024 ± 0.0015 в год, и в общей сложности солёность понизилась на 0.12 ± 0.08 за последние 50 лет.

С другой стороны, во всех акваториях солёность воды периодически изменяется. Время возникновения этой изменчивости различно между районами; сначала она возникает в районах самой северной части Аляскинского течения и вихрей западной части субарктического пояса, потом в районах Берингова и Охотского морей, и в конце, в районе формирования плотной шельфовой воды, DSW. Следует сказать, что явление понижения солёности воды переносится с севера к югу акватории. Время с момента появления аномалии солёности в районе Аляскинского течения до появления её в районе DSW составляет 3 года.

Поскольку снижение солёности ослабляет термохалинную циркуляцию, возникающую во время формирования морских льдов, это долгосрочное периодическое явление в самой северной части Тихого океана ослабляет меридиональную циркуляцию. Причина возникновения данного явления в море пока не хорошо изучена. Одна из гипотез позволяет предположить влияние изменчивости времени снабжения пресной воды с суши.

Например, в восточной части полуострова Камчатка, в зимний период, происходит большой снегопад. Этот снег образует талую воду в весенний период, которая попадает реки и снабжает Восточно-камчатское течение. Количество снегопадов на камчатском полуострове варьируется из года в год не только в зависимости от климатического режима северной части Тихого океана, но также во многом зависит от Декадной Осцилляции Тихого океана (Pacific Decadal Oscillation: PDO), и от периодичной климатической изменчивости (Sato et al., 2014).

Таким образом, выясняется возможная изменчивость климата и окружающей среды в самой северной части Тихого океана в процессе взаимодействия между

атмосферой, сушей и морем.

4. Динамика температуры воздуха и осадков в течение последних 260 лет в криосфере суши вокруг Охотского моря.

Сато и соавторы (2014) провели анализ соотношения устойчивых изотопов кислорода и водорода ледяного керна добытого бурением ледника полуострова Камчатка, который позволяет проследить изменение климата за последние 260 лет.

На камчатском полуострове расположено много вулканов, на вершинах которых развиты ледники. В 1998-ом году, мы пробурили ледяной керн длиной 212 м в леднике вулкана Ушаковского, имеющего самые толстые ледники на вершине. Мы провели измерение соотношения содержания устойчивых изотопов кислорода и водорода в части ледника от поверхности до глубины 140 метров из ледяного керна, и определили время формирования льда на основе амплитуд для каждого года. В результате было установлено, что данный лед отложился с 1736 по 1997-ый год.

В общем, соотношение содержания устойчивых изотопов кислорода и водорода отражает температуру воздуха во время снегопада и служит индикатором изменчивости температур в прошлом. Также, поскольку у этого соотношения наблюдаются межгодовые колебания, данные измерения диапазона этих колебаний позволяют судить о количестве выпавшего в то время снега. На вершине вулкана Ушаковского температура воздуха всегда не выше нуля, даже в летний период, и там почти никогда не тает снег. Поэтому диапазон межгодовых колебаний соотношения содержания устойчивых изотопов в ледяных кернах можно использовать как запись о количестве осадков в прошлые времена. Динамика температуры и осадков за последние 260 лет полученных по данным ледяного керна показывает большой скачок в соотношении устойчивых изотопов водорода показывающем температуру воздуха в 1880 году, после чего показатель увеличился на 6 промилле. Считается, что это означает конец малого ледникового периода на камчатском полуострове.

Относительно осадков, то после второй половины XVI века выявлена их периодическая изменчивость. Изменчивость уменьшается по мере приближения к

современному времени.

5. Заключение.

- (1) Экосистема, связывающая р. Амур и Охотское море является уникальной взаимосвязанной растворенным железом системой суши и моря.
- (2) Меридиональная циркуляция самой северной части Тихого океана показывает периодичное понижение солености морской воды, и это явление, с большой вероятностью, подвержено влиянию гидрологических процессов на суше.
- (3) Как выявлено по данным ледяных кернов камчатского полуострова, Охотское море и его сопредельные районы переживали периодическое изменение климата со сроками от десяти до несколько десятков лет.

6. Литература.

- Nishioka, J., Nakatsuka, T., Ono, K., Volkov, Y.N., Scherbinin, A. and Shiraiwa, T. (2014) Progress in Oceanography, 126, 180-193.
- Sato, T., Shiraiwa, T., Greve, R., Seddik, H., Edelmann, E. and Zwinger, T. (2014) Accumulation reconstruction and water isotope analysis for 1736-1997 of an ice core from the Ushkovsky volcano, Kamchatka, and their relationship to North Pacific climate records. *Climate of the Past*, 10 (1), 393-404.
- Shamov, V.V., Onishi, T., Kulakov, V.V. (2014) Dissolved iron runoff in Amur basin rivers in the late XX century. *Water Resources*, 41(2), 201-209.
- Shiraiwa, T. (2012) "Giant Fish-Breeding Forest": a new environmental system linking continental watershed with open water. In Taniguchi, M. and Shiraiwa, T. (eds.) *The Dilemma of Boundaries, Towards a New Concept of Catchment*, Springer, 73-85.
- Uehara, H., Kruts, A.A., Mitsudera, H., Nakamura, T., Volkov, Y.N. and Wakatsuchi, M. (2014) Remotely propagating salinity anomaly varies the source of North Pacific ventilation. *Progress in Oceanography*, 126, 80-97.

極東地域における気候変動の害虫分布への影響

E. N. ポポフ

ロシア水文気象観測局・ロシア科学アカデミー

世界気象・環境研究所

動植物の分布と繁殖は、さまざまなファクターによって左右されるが、最も影響するのは気温と湿度である。とくに最も影響を受けやすいのが変温動物であるが、農業にとってもっとも深刻なのは、食植性昆虫である。作物を食い荒らす直接的な被害だけでなく、間接的な被害もある。

環境学では、「潜在分布域」という、気候によって変わる種や個体群の分布を示す概念がある。また、気候（気温、湿度、昼間時間等）は、害虫の繁殖頻度、大量発生と繁殖の期間や規模、各成長段階の期間等害虫の特性を決める大きな要因でもある。

世界気象・環境研究所は、気象観測データと予測モデルを使って個別の害虫にどのような影響が現れるかを追跡した。本稿では一部を取り上げてみたい。

コロラドハムシ (*Leptinotarsa decemlineata* Say) は、馬鈴薯、トマト、ナスに多大な被害を与える害虫であり、馬鈴薯の収穫量を3割以上も減少させる。年によっては、収穫の6～9割が失われる場合もある。コロラドハムシは、年に1～4回繁殖する多化生昆虫である。

21世紀初頭までの観察記録と入手可能な長期気候変動データから、この時期までコロラドハムシが極東に生息していなかったことが分かっている。しかし、世界気象・環境研究所が1951～70年と1991～2010年の2期に分けて作成した潜在分布域図（図1）によると、極東地域の一部はすでにコロラドハムシの棲息適域になっていた。同じ潜在分布域図は、20世紀半ばから沿海地方、ユダヤ自治州、ハバロフスク地方南部、アムール州南部がコロラドハムシの棲息適域になったことを示し、実際に観察されている。潜在分布域は、2000年以降沿海地方一円にも広がった。分布域拡大速度は年40～50kmで、2011年にはハバロフスク地方で確認された。このように、2010年までにまだコロラドハムシが観察されていないのは、サハリン島南部だけとなった。しかし、2015年、サハリンでもついにコロラドハムシが確認されたという報告がなされた。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第5次評価報告書で示された31種類の世界気候変動モデルを使った気候モデルデータから、21世紀におけるコロラドハムシの潜在分布域を予測した。このモデルは、将来の大気中二酸化炭素濃度をシミュレーションし、気候に与

える人為活動の影響の2通りのシナリオ（中位安定シナリオRCP4.5と高位参照シナリオRCP8.5）に落とし込んで、これらが進展していったという想定で用いている。そして、21世紀半ば（2041～2060年）と21世紀末（2080～2099年）の2期に分けてコロラドハムシの潜在分布域変動を予測したところ、さらに段階的に北進することが分かった。

また、現在確認されている気候変動からも、1年間の繁殖回数が増え、農業被害も現在の数倍に及ぶ可能性がある。

アメリカシロヒトリ (*Hyphantia cunea Druty*) は多卵性の昆虫で、繁殖能力、環境適応性いずれも高く、約230種類の農作物に多大な被害をもたらす。動物検疫対象種である。

アメリカシロヒトリは、1939～40年ごろ北米からヨーロッパに移入された。1945年には日本にも入っている。我が国ではヨーロッパ・ロシアで棲息記録があるが、極東は、すでに潜在分布域になっていたものの、21世紀初頭になるまで確認されなかった。今世紀に入ってから沿海地方でアメリカシロヒトリが初めて確認されている。

ロシア水文気象観測局全ロシア水文気象情報研究所世界データセンターの気温データをもとに試算し、分布図を作成したところ、アメリカシロヒトリの分布域は、積算気温（GDD値）が2000℃の等気温積算線の移動と相関があることが分かった。極東地域では、沿海地方、ユダヤ自治州、ハバロフスク地方とアムール州の南部がアメリカシロヒトリの環境適応に適していることになる。また、アメリカシロヒトリはこれまで年2回の繁殖頻度であったが、年3回に移行しつつあることも指摘されている。

また、シベリア、極東地域では近年イナゴ・バッタ類の被害も顕著になっている。農業被害が大きいのは特に、シベリアグラスホッパー (*Aeropus sibiricus L*)、シベリアツチバッタ (*Pararcyptera microptera*)、シベリアヒナバッタ (*Chorthippus hammarstroemi Mir.*)、ヒゲナガヒナバッタ (*Chorthippus schmidtii Ikonn*) である。

サハ（ヤクート）共和国では、経済的被害許容水準（EIL）を超えた農地面積が、2010年は5,700㌦だったものの、2011年は6,800㌦、そして2012年には17,200㌦と激増している。バッタの個体数増と少雨が重なり、草地が14,200㌦にわたって裸地となった。これらのバッタ・イナゴ類は、アムール州にも飛来した。このように、シベリア、極東地域におけるバッタ・イナゴ類の棲息域は著しく拡大しており、農業被害も発生している。

これらの害虫の例は、気候変動が食植性害虫による被害拡大・深刻化に影響していることに疑義を挟む余地はなく、環境状況のモニタリングを恒常的に行うべきことを示している。

**Влияние изменений климата
на распространение сельскохозяйственных вредителей
в Дальневосточном регионе.**

Е.Н. ПОПОВА

*Институт глобального климата и экологии
Росгидромета и РАН, Институт географии РАН*

Распространение и развитие всех живых организмов зависит от совокупности целого ряда факторов, наиболее значимые из которых – температура и влажность. От этих факторов особенно зависят эктотермы, среди которых наиболее опасны для сельского хозяйства – насекомые-фитофаги. Помимо непосредственного ущерба урожаю при уничтожении самих растений, эти вредители могут принести и косвенный ущерб.

В экологии используется понятие «климатического ареала», с помощью которого можно установить потенциальные границы распространения вида или популяции. Кроме того, климатические факторы (тепло- и влагообеспеченность и длина светового дня) определяют особенности насекомых-вредителей, включая и количество их генераций, сроки и масштабы массового отрождения и размножения насекомых, сроки развития отдельных стадий и т.д.

Нами было изучено непосредственное влияние наблюдаемого и прогнозируемого изменения климатических факторов на отдельные виды вредителей. Остановимся подробнее на некоторых из них.

Колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say) – наиболее опасный вредитель картофеля, томатов и баклажанов. Он способен снизить урожай клубней картофеля на 30% и более. В отдельные годы потери урожая могут достигать 60-90%. Колорадский жук – полициклический вид, имеющий 1-4 поколения в год.

До начала 21 века его популяции на ДВ отсутствовали, о чем свидетельствуют данные, накопившиеся к этому времени. Однако климатические условия отдельных регионов ДВ были пригодными для развития колорадского

жука, как это показывает построенный нами на основе имеющихся метеоданных климатический ареал вредителя для двух временных периодов: 1951-1970 и 1991-2010 гг. (рис. 1). Исходя из построенного нами климатического ареала, еще с середины 20 века доступными для заселения колорадским жуком были Приморье, Еврейская автономная область и юг Хабаровского края и Амурской области. Сделанные нами выводы получили фактическое подтверждение. С 2000 года вредитель стал расселяться по Приморскому краю. Его ареал расширялся со средней скоростью 40-50 км в год, достигнув Амурской области. В 2011 г. вредитель впервые зарегистрирован в Хабаровском крае. К 2010 г. не занятым колорадским жуком остался юг острова Сахалин, что обусловлено значительным отрывом острова от основного ареала. Однако в 2015 г. появилось сообщение об обнаружении вредителя и на о. Сахалин.

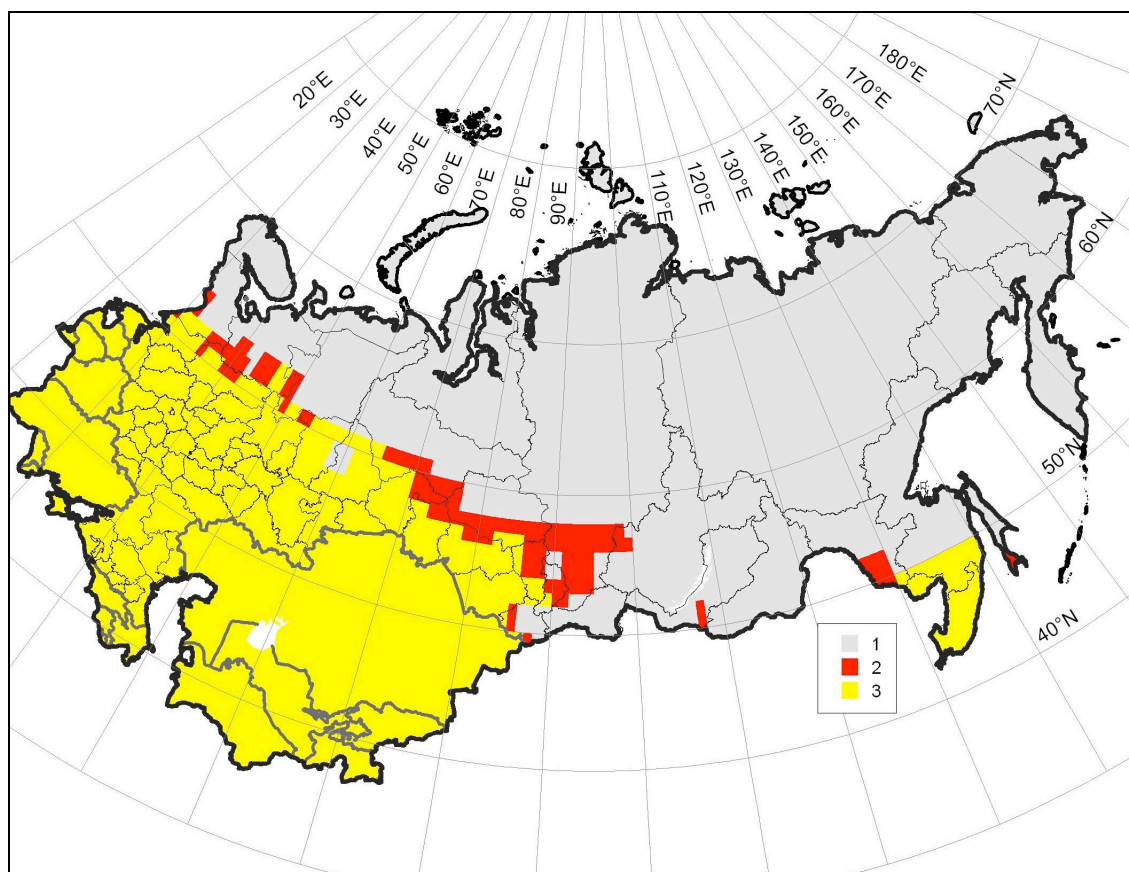


Рис. 1. Изменение климатического ареала колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) на территории России и соседних стран в 1991–2010 гг. по сравнению с 1951–1970 гг. (Попова, Семенов, 2013): 1 –

территория вне границ климатического ареала в оба периода; 2 – территория приращения климатического ареала в 1991–2010 гг. по сравнению с 1951–1970 гг.; 3 – территория климатического ареала в оба периода.

図1. 1991～2010年のロシア・周辺諸国におけるコロラドハムシ (*Leptinotarsa decemlineata* Say)の潜在分布域の変化 (1951～1970年との比較) [ポポワ・セミョーノフ2013による]。

1. 両期間における棲息不能域。2. 1991～2010年に新たに潜在分布域となった地域 (1951～1970年との比較)。3. 両期間における潜在分布域。

Нами также были проведены расчеты границ климатического ареала в перспективе их расширения в 21 веке по модельным климатическим данным, полученным с использованием 31 глобальной климатической модели, представленной в 5 докладе МГЭИК (IPCC Fifth Assessment Report). Запуск моделей проводили при условии развития двух сценариев антропогенного воздействия на климат, учитывающих различную концентрацию в атмосфере углекислого газа в будущем, - умеренном (RCP4.5) и экстремальном (RCP8.5). Полученные результаты данного моделирования климатического ареала колорадского жука для двух будущих периодов – середины 21 века – 2041 -2060 гг. и конца 21 века – 2080-2099 гг. указывают на поэтапное дальнейшее расширение границ климатического ареала вредителя к северу.

Также наблюдаемые климатические изменения могут увеличивать сезонное количество генераций колорадского жука, что повысит его вредоносность.

Американская белая бабочка (*Glyphantia cunea* Druty). Обладая многоядностью, высокой плодовитостью, пластичностью, американская белая бабочка (АББ) наносит существенный вред культурным растениям (около 230 видов). В настоящий момент она включена в перечень карантинных объектов.

АББ происходит из Северной Америки: в 1939-1940 гг. она появилась в Европе, а с 1945 г. стала расселяться по Японии. В России распространение вредителя началось с юга Европейской части с середины 1970-х гг. На Дальнем Востоке до начала 21 века она не была зарегистрирована, как предполагалось, из-за отсутствия там подходящих климатических условий. Однако наблюдаемое потепление климата привело к расширению границ ареала АББ, и с начала 21 века ее появление фиксируется и в Приморском крае.

Проведенные расчеты на основе базы температурных данных ВНИИГМИ-МЦД Росгидромета и последующее картографирование позволили связать расширение ареала этого вредителя со смещением изолинии суммы активных температур воздуха выше 10°C равной 2000°C·сут (градусо-суток). По полученным данным на ДВ для потенциального заселения вредителем пригодны Приморский край, Еврейская АО, юг Хабаровского края и Амурской области (рис. 2).

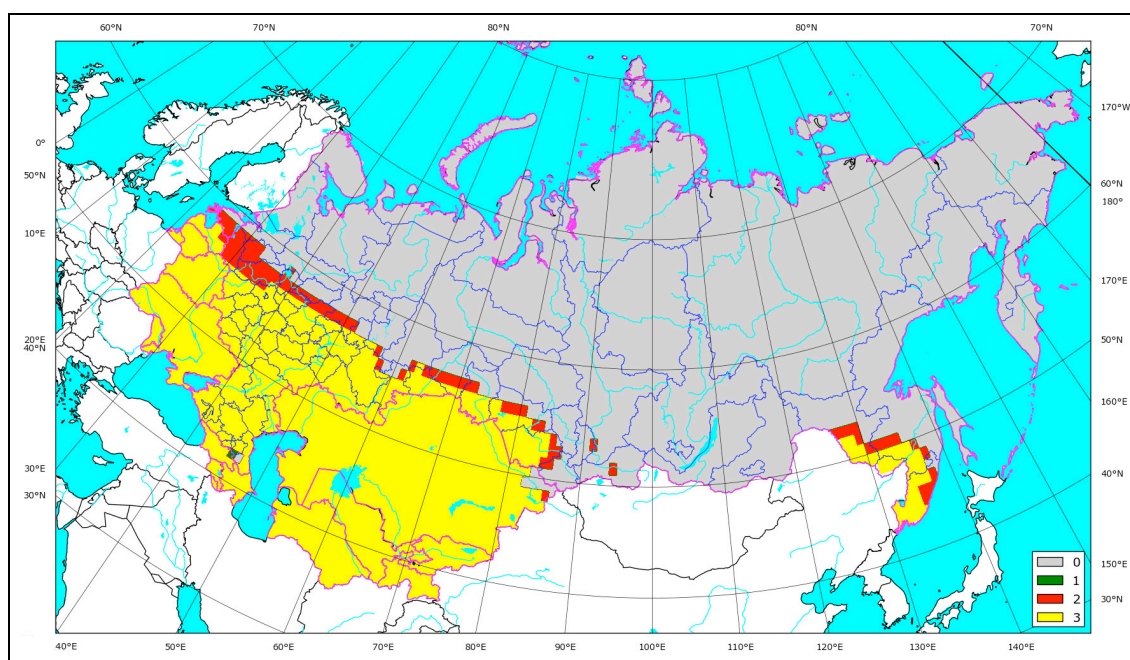


Рис. 2. Модельный ареал АББ и его изменение за период 1981–2010 гг. по сравнению с периодом 1951–1980 гг. (Ясюкевич и др., 2013): 0 – территория вне климатического ареала в оба периода; 1 – территория сокращения климатического ареала; 2 – территория приращения климатического ареала; 3 – территория климатического ареала в оба периода.

図2. アメリカシロヒトリの潜在分布域とその1981~2010年の変動（1951~1980年との比較）〔ヤシュケービッチ他2013による〕。

0—両期間における棲息不能域。1—新たに棲息不能となった地域。2—新たに潜在分布域となった地域。3—両期間における潜在分布域。

Также в последние годы отмечается неполная третья генерация вредителя, хотя до сих пор он развивался в двух поколениях в год.

Кроме того, в Сибири и на ДВ России в последние годы все больший ущерб наносят **нестадные виды саранчовых**. Наиболее опасны для сельского хозяйства: **кобылка сибирская** (*Aeropus sibiricus* L), **кобылка крестовая** (*Pararcyptera microptera* F.-W.), **конек сибирский** (*Chorthippus hammarstroemi* Mir.) и **конек дальневосточный** (*Chorthippus schmidtii* Konn). Так, в Республике Саха (Якутия) выявлено увеличение площадей сельхозугодий, где заселенность саранчовыми превышает ЭПВ: в 2010 г. – 5,7 тыс. га, в 2011 г. - 6,8 тыс. га, в 2012 г. - 17,2 тыс. га. Повышение численности саранчовых в сочетании с засухой в 2012 г. привело к гибели травостоя на площади 14,2 тыс. га. Заселение саранчовыми больших площадей также отмечено в Амурской области. Таким образом, произошло существенное расширение ареала нестадных саранчовых на территории Сибири и ДВ, что влечет за собой повреждение сельхозкультур в этих районах.

Эти примеры ясно свидетельствуют о несомненном влиянии климатических изменений на распространение и усиление вредоносности опасных сельхозвредителей, таких как насекомые-фитофаги, и указывают на необходимость постоянного мониторинга данной экологической ситуации.

オホーツク海北西部高生産性海域 ～2016年7～8月調査船プロフェッサー・ガガーリンスキー号第71航海 海洋調査の中間経過報告～

P.Ya.チーシチェンコ
ロシア科学アカデミー極東支部太平洋海洋学研究所

調査地区

A) アムール川河口部～アムール・リマン（第4調査区）とその周辺海域、サハリン北東部大陸棚とアムール・リマン周辺海域（第1調査区）、サハリン湾（第3調査区）、間宮海峡（第5調査区）。B) シャンタル列島河川河口域及び周辺海域～ニコライ湾、ウリバン湾、ウド湾（第2調査区）。水文・水環境科学調査ポイントを文末図1に示す。

調査期間

2016年7月1日～8月12日。

学術調査メンバー

学術調査メンバーは総数17名（うち太平洋海洋学研究所15名、太平洋地理学研究所2名で4チームに分散）。

- 水文調査チーム—3名（チームリーダー：V. A. バンノフ）。
- 水環境化学調査チーム—6名（チームリーダー：P. P. チーシチェンコ）
- 水生生物学調査チーム—3名（チームリーダー：V. V. メーリニコフ）
- 地球化学調査チーム—3名（チームリーダー：S. G. サラゲーエフ）

海洋調査の目的と課題

新たな学際的海洋データの収集を目的とした海洋調査。入手したデータは、極東海洋（日本海とオホーツク海）大陸棚の河川流入部と沿岸域における重金属（Fe, Mn, Zn, Cu, Cd, Ni, Pb）の拡散と堆積に関わる有機物の生成と分解、および生物地球化学プロセスの解明につながる。

調査は、ロシア科学アカデミー重点学際プログラム「極東（調達案件No.15-I1-047、15-I1-010）」にかかる2016年極東支部科学研究船団公団・同太平洋海洋学研究所受託国家調達案件として行われる。太平洋海洋学研究所の科学研究課題「現代経済活動と気候変動における海洋生態系水環境化学・水生生物プロセスの相関関係について（科研費No.

01201363041)」と「陸上～海洋近接地域における地質構造と機能及びその変動における自然現象・人為活動の影響(科研費No.01201353055)」。太平洋地理学研究所の科学研究課題「集水域の地形変化と気候変動と人為活動圧の高低を測る河川・湖沼・沿岸海域生態系評価のための生物地球化学的指標の開発(ロシア基礎研究支援財団補助研究事業No.16-05-00166, 15-05, 03796)」。

海洋調査の主な目的は以下の通り。

1. サハリン島大陸棚北東斜面(第1調査区)における水文・水環境化学・水生生物・地球化学総合観測の実施。
2. ウサルギン川、ウリバン川、トゥグル川、ウダ川河口域(第2調査区)における水文・水環境化学・水生生物・地球化学総合観測の実施。
3. アムール川河口域(第3、第4調査区)における水文・水環境化学・水生生物・地球化学総合観測の実施。
4. トゥムニン川河口域(第5調査区)における水文・水環境化学・水生生物・地球化学総合観測の実施。

学術的成果の中間報告

1. 高い生産性を誇る以下2海域での学際的海洋調査研究を実施—A) アムール川河口部～アムール・リマン(第4調査区)、サハリン北東部大陸棚とアムール・リマン周辺海域(第1調査区)、サハリン湾(第3調査区)、間宮海峡(第5調査区)。B) シャンタル列島河川河口域及び周辺海域～ニコライ湾、ウリバン湾、ウド湾(第2調査区)。水文・水環境化学・生物地球化学観測・観察の膨大なデータが得られ、コククジラ(サハリン島大陸棚北東部)とセミクジラ(ウリバン湾)の餌資源生産の仕組みを解明できる。
2. 独立栄養的なウリバン湾の生態系と従属栄養的なニコライ湾、ウダ湾の生態系の対称的な相違が確認された。
3. 入手したデータにより、サハリン島大陸棚北東部では、アムール川の河川水流入による河口型メカニズムと、調査した夏の南東風に起因する湧昇(アップウェリング)メカニズムの2つの仕組みによって高い独立栄養性が維持されていることが判明した。
4. ウリバン湾からサハリン湾にかけての海洋断面図を繰り返し作成したところ、海水循環が2～3週間周期で集中的に起きていることが判明した。
5. ソナーのエコー調査で得た結果で、既存のソナー計測調査データベースが充実。また調査海域の地形形成チャート作成の基礎データとなる。

Высокопродуктивные зоны в северо-западной части Охотского моря – предварительные результаты морской экспедиции на НИС «Профессор Гагаринский» рейс №71 в июне – августе 2016 года.

П.Я. ТИЩЕНКО

Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН

Район исследований

Эстуарий р. Амур – Амурский лиман (полигон №4), с прилегающими акваториями, северо-восточный шельф о. Сахалин (полигон №1), Сахалинский залив (полигон №3), Татарский пролив (полигон №5); Эстуарии рек Шантарского архипелага, с прилегающими акваториями – залив Николая, Ульбанский залив, Удский залив (полигон №2). Схема расположения гидролого-гидрохимических станций показана на рис. 1.

Сроки проведения экспедиции

01 июля – 12 августа 2016 ГОДА

Научный состав

Общая численность научного состава экспедиции 17 человека (в том числе ТОИ ДВО РАН - 15 чел.; сотрудники ТИГ ДВО РАН – 2 чел.), входящих в 4 отряда:

- гидрологический - 3 чел. (нач. отряда Баннов В.А.);
- гидрохимический - 6 чел. (нач. отряда Тищенко П.П.);
- гидробиологический отряд - 3 чел. (нач. отряда Мельников В.В.);
- геохимический отряд – 3 чел. (нач. отряда Сагалаев С.Г.)

Цели и задачи экспедиции

Экспедиция проводилась с целью получения новых комплексных океанографических данных. Эти данные будут характеризовать продукцию – деструкцию органического вещества и биогеохимические процессы, обуславливающие распределение и аккумуляцию тяжелых металлов (Fe, Mn, Zn,

Cu, Cd, Ni, Pb) в компонентах прибрежных и эстуарных экосистем на шельфе Дальневосточных морей (Японское, Охотское моря).

Работы выполнялись в рамках госзаданий УНИФ ДВО РАН и ТОИ ДВО РАН на 2016 г., приоритетной комплексной программы РАН "Дальний Восток" (гранты 15-И1-047; 15-И-1-010). Госбюджетная тема № 01201363041 "Взаимосвязь гидрохимических и биологических процессов в морских экосистемах в условиях современной хозяйственной деятельности и изменения климата." (ТОИ ДВО РАН). Госбюджетная тема № 01201353055 «Структура и функционирование разноранговых геосистем в переходной зоне суша-океан, соотношение естественных и антропогенных факторов в их динамике». Раздел «Разработка комплекса биогеохимических индикаторов состояния речных, озерных и прибрежно-морских экосистем учитывающих изменение ландшафтно-климатических условий водосборов и уровень антропогенной нагрузки» (ТИГ ДВО РАН). Гранты РФФИ 16-05-00166, 15-05-03796.

Основные задачи экспедиции:

1. Проведение комплексных гидрологических, гидрохимических, гидробиологических и геохимических наблюдений на северо-восточном склоне о. Сахалин (полигон 1).
2. Проведение комплексных гидрологических, гидрохимических, гидробиологических и геохимических наблюдений в эстуариях рек Усалгин, Ульбан, Тугур, Уда (полигон 2).
3. Проведение комплексных гидрологических, гидрохимических, гидробиологических и геохимических наблюдений в эстуарии реки Амур (полигоны 3, 4).
4. Проведение комплексных гидрологических, гидрохимических, гидробиологических и геохимических наблюдений в эстуарии реки Тумнин (полигон 5).

Предварительные научные результаты

1. Проведены комплексные океанографические исследования двух высокопродуктивных эстуарных экосистем: а) Эстуарий р. Амур – Амурский лиман (полигон №4), с прилегающими акваториями, северо-восточный шельф о. Сахалин (полигон №1), Сахалинский залив (полигон №3), Татарский пролив (полигон №5); б) Эстуарии рек Шантарского архипелага, с прилегающими акваториями – залив Николая, Ульбанский залив, Удский залив (полигон №2). Полученный массив гидрологических, гидрохимических и гидробиологических измерений и наблюдений, позволит понять формирование продукционной основы кормовой базы для Серых китов (северо-восточный шельф о. Сахалин) и Полярных китов (эстуарная акватория Ульбанского залива).
2. Установлено резкое отличие между экосистемой Ульбанского залива, который нами рассматривается как преимущественно автотрофный бассейн и экосистемами заливов Николая и Удского, которые функционируют как преимущественно гетеротрофные бассейны.
3. Полученные результаты указывают на высокий уровень автотрофной продукции на северо-восточном шельфе о. Сахалин, обусловленной двумя механизмами ее формирования: а) “эстуарный” механизм, обусловленный потоком р. Амур; б) ”апвеллинговый” механизм, обусловленный юго-восточными ветрами в исследуемый сезон.
4. Повторные съемки разрезов через Ульбанский залив и Сахалинский залив указывают на интенсивную временную изменчивость океанографических характеристик на временной шкале 2-3 недели.
5. Результаты, полученные при эхолотировании, пополнят имеющиеся базы данных эхолотного промера и послужат основой для построения геоморфологических схем исследованных акваторий.

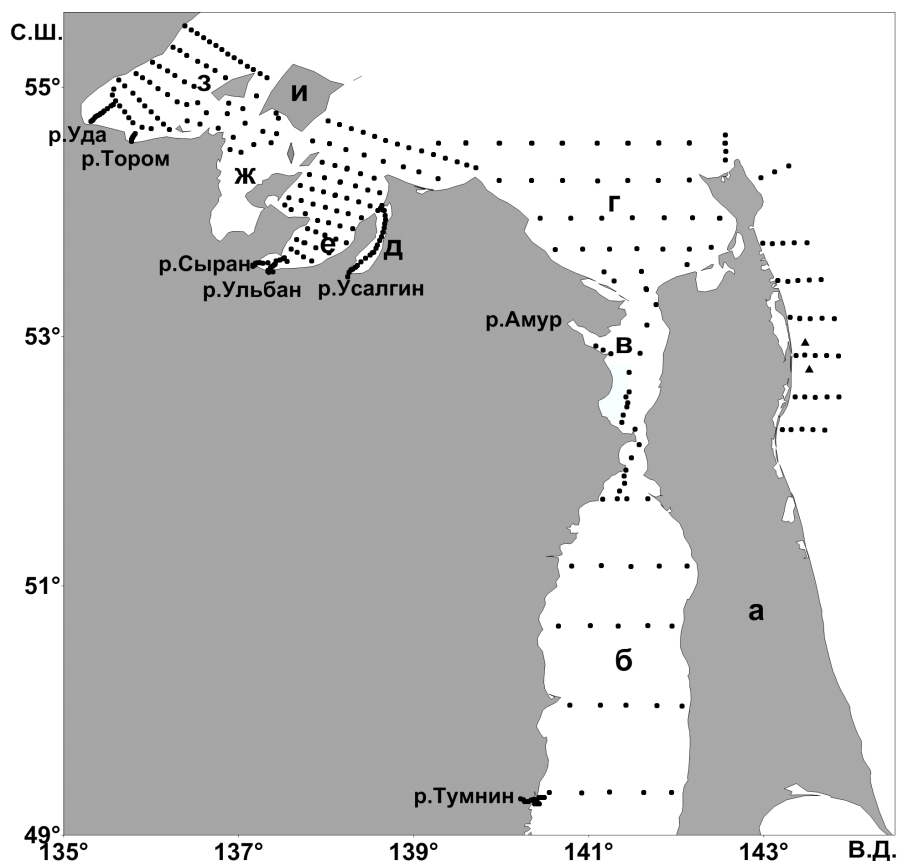


Рис. 1. Схема расположения гидролого-гидрохимических станций 71-го рейса НИС «Профессор Гагаринский» в период с 1 июля по 12 августа 2016 г. Треугольниками отмечены места расположения нефтяных платформ. Буквами обозначены: **а** – о. Сахалин, **б** – Татарский пролив, **в** – Амурский лиман, **г** – Сахалинский залив, **д** – залив Николая, **е** – Ульбанский залив, **ж** – Тугурский залив, **з** – Удский залив, **и** – о. Большой Шантар.

図 1. 2016 年 7 月 1 日～8 月 12 日調査船プロフェッサー・ガガーリンスキー号第 71 航海水文・水環境化学調査ポイントの位置図 (▲は石油掘削プラットフォームの位置)

а-サハリン、б-間宮海峡、в-アムール・リマン、г-サハリン湾、д-ニコライ湾、е-ウリバン湾、ж-トウグル湾、з-ウド湾、и-ポリシヨイ・サンタル島

日露隣接地域における環境変動がクマ類の生態に与える影響

佐藤 喜和

酪農学園大学

1. はじめに

日本には、北海道にヒグマ *Ursus arctos*, 本州と四国にツキノワグマ *Ursus thibetanus* が、それぞれ異所的に分布している。環境変動がこれら 2 種の生態に関わる研究について報告する。

2. 登山家グマが温暖化からサクラを守る

ツキノワグマは 6 月から 10 月まで、様々な植物の果実類を、それぞれの季節に成熟した種を選んで採食する。その中で液果類については、採食されてから数時間から十数時間体内に滞留した後排泄されるまでに、糖分や脂肪分など栄養価の高い果肉の部分が消化・吸収される。一方種子は、消化管内を無傷のまま通過して排泄される。採食から排泄までの間に個体は移動するため、種子は親木から離れた場所まで運ばれる。排泄された種子には発芽能力があり、適切な場所に排泄されれば種子は定着する。つまりツキノワグマは周食型種子散布者としての役割を果たしている。種子散布を担う動物としては鳥類や霊長類が有名だが、体サイズが大きく行動圏の広いツキノワグマは、一度に大量の種子を長い距離運ぶことができるという特徴がある。樹木は自ら移動することができないため、分布の拡大や環境変化に対応するためには、種子散布者が重要な役割を担うことが予想される。

通常、ツキノワグマの種子散布者としての特徴は、散布する種子の量とともに、散布距離の長さ、つまり水平的距離が注目される。しかし日本のような急峻な地形の山地に生息するツキノワグマの場合、移動距離が長いということは垂直的な標高変化も大きい可能性がある。ツキノワグマは樹上利用が得意であり、果実類の採食も樹上で、枝を折りながら行う。この枝折りによって、採食後にはクマ棚と呼ばれる痕跡が残される。Koike et al. (2008) はこのクマ棚を元に、ヤマザクラ *Prunus jamasakura* の果実が利用された日付と利用が確認された標高の関係を調べ、日を追うに連れてツキノワグマが利用するヤマザクラの標高が上がっていく様子を示した。標高が上がるほど開花・結実のフェノロジーが遅いため同種の植物でも果実の成熟時期が異なること、ヤマザクラのように夏に成熟する果実では季節の進行と共に成熟果実の分布標高が上がっていくことが分かる。ツキノワグマは、成熟した果実を求めて、山を登りながらヤマザクラの果実を利用している。

Naoe et al. (2015)は、こうしたツキノワグマによるヤマザクラの成熟果実利用に伴う標高変化に注目し、ツキノワグマが採食した果実の種子を次の採食場所に行く過程でより高い標高に運んでいる可能性を、酸素安定同位体比解析という手法を用いて検証した。まず、様々な標高で採取されたヤマザクラの種子中の酸素安定同位体比調べ、採取地点の標高が上がるに連れて酸素安定同位体比が減少すること、酸素安定同位体比によって種子が生産された標高を推定できることを明らかにした。そこで、ヤマザクラの種子を含むツキノワグマの糞が採取された場所の標高と、その糞の中に含まれる種子が生産された標高の比較から種子の移動方向を調べた。その結果、予想通り種子を標高の高い方に運んでいることが明らかになった。平均距離は307m、最大800mも上に種子を運んでいた。

以上より、ツキノワグマはヤマザクラの種子の成熟フェノロジーに沿って利用する標高帯を上げた結果、ヤマザクラの種子を高いところへの運んでいた。地球温暖化の影響により、ヤマザクラの生育に適した環境はより標高の高い方へとあがっていく。ツキノワグマは垂直方向の種子散布によって、自力では動けないヤマザクラを生息適地へと移動させる手伝いをしていると言えるだろう。

3. 温暖化の影響による採餌資源利用可能量の変化がヒグマの生態に及ぼす影響

ヒグマは北半球に広く分布する。生息環境はツンドラ・北方型針葉樹林、落葉広葉樹林、砂漠地帯まで様々だが、その食性は基本的に類似している。特徴は、植物質を中心とした雑食性であること、そして生息環境に合わせて利用可能なものを上手に利用するという点である。ほぼすべての地域で共通して、春～夏にかけては草本類を、秋には液果類や堅果類を利用する。夏と秋の間(8～9月)には、地域によりアリやハチなどの昆虫類、サケ・マス類などの動物質の餌や農作物などを利用する。

北海道のヒグマを取り巻く生息環境の変化としてこの20年間で最も大きいのは、エゾシカ *Cervus nippon yesoensis*(以下、シカ)の生息数増加と分布拡大だろう。かつて乱獲の影響で分布が大幅に縮小したが、その後回復を続け、高密度下に伴う農林業や生態系への様々な影響をもたらすようになった)。シカの生息数回復、分布拡大には様々な要因が関係したと考えられている。捕食者(天敵)であるエゾオオカミ *Canis lupus hattai*の絶滅、大規模な森林伐採、大規模な牧草地の造成による好適な生息地の増加、そして温暖化による豪雪年の減少が考えられる。豪雪年にはシカの大量死が発生し生息数が減少することが広く知られているが、近年の積雪の減少により大量死の発生頻度が減少している。

北海道東部のヒグマの糞分析の結果、シカの個体数増加を受けて、これまでほとんど利用のなかったシカの利用割合が増加したことが明らかになっている(Sato et al. 2004)。春には越冬に失敗した餓死個体、初夏には新生児、夏～秋にかけては、農地で有害駆除さ

れた後放置されたシカの死体や、狩猟後の半矢個体、肉の回収後に放置されたシカ死体が利用され、積極的な捕食は多くない。シカの増加はクマにとって高質な動物質の餌の増加を意味する。特に子ジカの利用割合は徐々に増加している(Kobayashi et al. 2012)。シカを多く食べているヒグマほど初期成長が早い、または最終的な体サイズが大きくなるという研究結果もある。成長の早さや大型化は、野生動物の生存や繁殖にとって重要な要素である。温暖化に伴うシカの増加は、ヒグマにとってメリットになっている。

しかしその一方でマイナスの影響もある。ヒグマは春から夏にかけて草本類を利用するが、シカもまた草本類を利用する。シカの個体数増加に伴う採食圧により、ヒグマの採食する草本類の減少が確認されている。草本類が減少した結果、ヒグマは農地に出没し、被害を出す。その結果、人間に駆除されやすくなる。シカの増加はヒグマの農業被害増加を通じてクマの人由来の死亡率を高めていることになる。

ヒグマは草本類を利用した後、秋に果実類を食べられるようになるまでの8～9月、地域により様々なものを利用する。サケ・マス類が遡上するような自然環境の豊かな地域では、サケ・マス類が主食になる。8月下旬頃からカラフトマス *Oncorhynchus gorbuscha* の遡上が9月下旬頃からシロザケ *Oncorhynchus keta* の遡上が始まる。北海道に母川回帰するサケ・マス類の回遊範囲は広いことが知られている。日本の近海だけでなく、オホーツク海、ベーリング海、アラスカ湾など広い範囲の環境変化が、日本に遡上するサケ・マス類の成長や生残に影響を与えている可能性がある。IPCC 第5次報告書による水深0-700m間の世界平均水温の1980年から2060年までの予測によると、近年の地球温暖化により世界の海水温は増加傾向にあり、その傾向は続く見込みである。海水温の増加は、海に降りた直後の稚魚の生残率だけでなく、母川回帰時の回帰率にも影響する傾向が明らかになってきた。また遡上開始のタイミングも海水温の影響を受けることが知られている。

知床半島の世界遺産地区のような、周囲の農地にある農作物など代替資源がない場所では、シカの増加による草本類現存量の低下により、ヒグマの採食資源の利用可能量が減少している。ヒグマの栄養状態は冬眠明け後8月まで低下を続け、カラフトマスの遡上開始によって初めて回復を始める。海水温の高い年にはカラフトマスの遡上開始が遅れるためさらに栄養状態の回復が遅れ、貧栄養状態や、場合によっては餓死してしまうこともある。

4. まとめ

地球温暖化は、クマ類の採食資源のフェノロジーや利用可能量を変化させ、それがクマの移動や採食行動に影響を与える。その結果、ツキノワグマによるヤマザクラの垂直種子散布に見たような、主要資源の分布を変えて温暖化からの生き残りを助けている可能性があった。一方で、シカの個体数増加により草本類の現存量が減少したり、カラフトマスの

遡上時期が遅れたりというように、ヒグマの主要な採食資源の利用可能量に変化をもたらす、結果としてクマ類の生存率や繁殖率を低下させている可能性が示唆された。

5. 引用文献

- Kobayashi, K., Sato, Y. and Kaji, K. 2012. Increased brown bear predation on sika deer fawns following a deer population irruption in eastern Hokkaido, Japan. *Ecological Research*, 27:849-855.
- Koike, S., Kasai, S., Yamazaki, K. and Furubayashi, K.. 2008. Fruit phenology of *Prunus jamasakura* and the feeding habit of the Asiatic black bear as a seed disperser. *Ecological Research*, 23: 385-392.
- Naoe, S., Tayasu, I., Sakai, Y., Masaki, T., Kobayashi, K., Nakajima, A., Sato, Y., Yamazaki, K., Kiyokawa, H. and Koike, S. 2016. Mountain-climbing bears protect cherry species from global warming through vertical seed dispersal. *Current Biology*, 26:R315-316. doi: <http://doi.org/10.1016/j.cub.2016.03.002>.
- Sato, Y., Aoi, T., Kaji, K. and Takatsuki, S. 2004. Temporal changes in the population density and diet of brown bears in eastern Hokkaido, Japan. *Mammal Study* 29: 47-53.

Влияние изменения окружающей среды в сопредельных районах Японии и России на образ жизни семейства медвежьих.

Йосикадзу САТО

Университет Ракуно Гакуэн

1. Введение.

На разных островах Японского архипелага распространено 2 вида медвежьих - бурый медведь *Ursus arctos* на острове Хоккайдо и гималайский черный медведь *Ursus thibetanus* на островах Хонсю и Сикоку. В данном исследовании обсуждается влияние изменений окружающей среды на биологии этих видов.

2. Медведь-альпинист защищает дерево Сакура от потепления климата.

Гималайский черный медведь с июня по октябрь питается плодами разных растений, созревающими по сезонам. Что касается ягод, то после употребления их медведем, ягоды остаются в организме медведя в течение от нескольких до десятков часов, мякоть плодов с питательными веществами, такими как сахар, жир и другими, усваивается, а их остатки выделяются в виде экскремента. Семена передвигаются по пищеварительному тракту в неизменном виде, и выделяется с экскрементом. Медведь перемещается с момента приема пищи до момента выделения экскрементов и переносит семена в места отдаленные от родительского дерева. У семян сохраняется всхожесть и могут взойти, если попадают в подходящие места. Это значит, что гималайский черный медведь выполняет роль в эндозоохории семян. Известными исполнителями эндозоохории являются птицы и приматы, а гималайский черный медведь, который имеет крупное тело и передвигается по обширной территории в отличие от этих животных, может переносить одновременно большое количество семян на большое расстояние. Поскольку деревья сами не могут перемешиваться, предполагается, что те, кто переносит семена, играют главную роль в расширении и адаптации деревьев к изменению окружающей среды.

Обычно, когда речь идет об особенностях гималайского черного медведя, как распространитель семян, обращается внимание на количество переносимых семян и расстояние переноса, то есть на горизонтальную протяженность. Однако в случае гималайского черного медведя, обитающего на крутых горных зонах Японии, возможно, что большое расстояние перемещения означает вертикальное передвижение, то есть, изменение высоты над уровнем моря. Гималайский черный медведь эффективно использует верхнюю часть дерева и добывает плоды, ломая ветки. Таким образом, после медведей на деревьях остаются следы заломов. На основе данных заломов Koike et al. (2008) провели изучение отношения между датами употребления используемой медведями вишни мелкопильчатой *Prunus jamasakura* и высотами над уровнем моря места её нахождения. Результаты показали, что высота день за днем увеличивается. На основе этих данных можно отметить, что чем больше высота, тем позже отмечается фенология цветения и образования плодов, а период созревания плодов даже для одного того же вида отличается в зависимости от каждого дерева. Особенно это относится к плодам, которые созревают летом, таким как мелкопильчатая вишня, когда вместе с переходом от сезона к сезону повышается высота распространения созревших плодов. Гималайский черный медведь употребляет плоды вишни мелкопильчатой, поднимаясь в горы в поисках созревших плодов.

Наое с соавторами (2015) обратили внимание на изменение высоты над уровнем моря при употреблении созревших плодов вишни мелкопильчатой, они провели проверку и подтверждение гипотезы о возможности переноса семян медведем на более высокую местность после количественного анализа соотношения устойчивых изотопов кислорода. Сначала было проверено соотношение устойчивых изотопов кислорода в семенах вишни мелкопильчатой, взятых с разных высот над уровнем моря. В результате установили, что чем выше место взятия семян, тем меньше становится величина соотношения устойчивого изотопа кислорода, что позволяет предполагать на какой высоте над уровнем моря появились данные семена. Далее, чтобы определить направление перемещения семян, провели сравнение высоты места сбора экскрементов гималайского черного медведя, содержащие семена вишни мелкопильчатой с высотой места, где данные семена произросли. В результате было подтверждено предположение по переносу медведем семян к более высоким местам. Среднее

расстояние переноса медведем семян составляло 307 м, а максимальное расстояние оказалось равным 800 м. Полученные данные показывают, что гималайский черный медведь переносит семена вишни мелкопильчатой на более высокую местность в соответствии её фенологии созревания семян. По мере воздействия глобального потепления климата подходящая среда произрастания для вишни мелкопильчатой поднимается все выше и выше. На фоне этого можно сказать, что, перенося семена в вертикальном направлении, гималайский черный медведь способствует вишне мелкопильчатой, которая не может передвигаться сама, перемещаться на подходящее место произрастания.

3. Воздействие изменения количества используемых кормов на экологию бурого медведя в результате потепления климата.

Бурый медведь обширно распространен в Северном полушарии. Среда обитания бурого медведя разнообразна - это и хвойный лес тундрового и северного типа, листопадный лиственный лес и пустынная зона. Однако особенности его питания в принципе сходны. Это всеядность, в основном опирающаяся на растительный корм и умелое употребление других всевозможных кормов в зависимости от места его обитания. Почти во всех районах, в общем порядке, с весны по лето медведи употребляют травянистые растения, а осенью ягоды и твердые плоды. В промежуточный период между летом и осенью (с августа по сентябрь), в зависимости от района, они употребляют насекомых, таких как муравьи и пчелы, лососёвых рыб, а также сельскохозяйственные культуры.

Самым большим изменением в среде обитания бурого медведя на о. Хоккайдо за последние 20 лет явилось увеличение численности пятнистого оленя *Cervus nippon yezoensis* (далее, олень) и расширение их ареала. Ранее их популяция, в результате охотничьей деятельности, резко уменьшилась, но потом она восстановилась до высокой плотности и стала оказывать влияние на сельское, лесное хозяйство и на экологию. Разные факторы сыграли свою роль в восстановлении численности и расширении ареала пятнистого оленя. Но можно объяснять их следующими возможными причинами - исчезновением хоккайдского волка *Canis lupus hattai*, крупномасштабной вырубкой леса,

увеличением подходящей для обитания площади в результате крупномасштабной разбивки лугов для выращивания кормовых трав и уменьшением количества лет сильных снегопадов вследствие потепления климата. Хорошо известно, что массовая гибель и уменьшение численность оленей происходит в годы с сильными снегопадами. В последних годы уменьшение количества снегопадов повлекло за собой уменьшение случаев массовой гибели оленей.

По результатам анализа экскрементов бурого медведя в восточной части о. Хоккайдо, выяснилось увеличение использования пятнистых оленей на фоне увеличения численности оленей, мясо которого ранее почти не употреблялось. (Sato et al. 2004. Медведь употребляет оленину разным образом: весной падаль особей, погибших от голода во время зимовки, в раннее лето - новорожденные оленята, с лета по осень отстрелянные и потом брошенные тела оленей, которые наносили ущерб сельскохозяйственным угодьям или раненные при охотничьем отстреле и отходы, брошенные после разделки туши охотниками. Случаев активного нападения медведя на оленей немного.

Увеличение оленей означает увеличение количества высококачественных животных кормов для медведя. В частности, употребление им в пищу оленят постепенно учащается (Kobayashi et al. 2012). Так же некоторые исследования выяснили, что бурый медведь, чаще питающийся оленем, показывает быстрые темпы в начальной стадии роста, а окончательный размер особи становится более крупным. Быстрый темп роста и большой размер являются важными факторами для выживания и размножения диких животных. Увеличение численности оленей под влиянием потепления климата вносит вклад в жизнь медведей.

Однако с другой стороны, отмечается и негативное влияние. Когда медведи в период с весны по лето употребляют травянистые растения, олени тоже ими питаются. Подтвержден факт, что рост численности оленей оказывает интенсивное давление на сообщество травянистых растений, служащих им кормом, и это приводит к уменьшению количества растений, которые служат кормом для медведей. В результате уменьшения травянистых растений бурые медведи стали заходить на сельскохозяйственные угодья и наносить им ущерб, что приводит к увеличению возможности отстрела человеком. Получается, что рост численности оленей вовлекает за собой повышение смертности бурого медведя по антропогенным причинам.

Бурые медведи употребляют разные корма в зависимости от районов обитания между периодом использования травянистых растений (с августа по сентябрь) и сезоном ягод (осень). В районах, где сохраняется богатая природная среда с нерестовыми реками для лососевых рыб, медведи в основном питаются ими. Заход горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в нерестовые реки начинается в последней декаде августа, а кета *Oncorhynchus keta* начинает заходить в последней декаде сентября. Лососевые рыбы, которые заходят в хоккайдские реки на нерест, мигрируют на обширной акватории.

Предполагается, что крупномасштабные изменения окружающей среды, не только в прибрежных районах Японии, но и в районах Охотского, Берингово морей и залива Аляски, оказывает воздействие на рост и выживаемость лососевых рыб, заходящих в нерестовые реки Японии. По данным прогноза средней температуры морских вод на глубинах от 0 до 700 м в мировом океане в период с 1980-го по 2060-ый год, опубликованным в 5-ом оценочном докладе МГЭИК (Межправительственной группы экспертов по изменению климата), температура воды в мировом океане показывает тенденцию к росту вследствие глобального потепления в последнее время, и предполагается, что это явление будет продолжаться. Отмечено, что рост температуры морской воды связан с выживаемостью мальков непосредственно в момент выхода в море, и так же становится очевидным влияние повышения температуры воды на коэффициент возврата рыб. Кроме этого, как известно, температура морской воды влияет на сроки захода рыб в реки на нерест.

В таких районах, как полуостров Сиретоко, являющийся объектом Всемирного Природного Наследия, где из-за отсутствия сельхозугодий нет запасной кормовой базы, которые могут заменять основной рацион бурого медведя, разнообразность употребляемых им кормовых ресурсов теряется вследствие истощения запасов травянистых растений, вызываемого ростом численности оленей. Состояние питания у медведей продолжает ухудшаться в период после зимовки по август, и восстанавливается только когда начинается заход горбуши в нерестовые реки. В годы, когда отмечается повышенная температура морской воды, заход горбуши в реки задерживается и, соответственно, состояние питания у медведей восстанавливается позже чем обычно. В результате у медведей происходит гипотрофия, которая время от

времени приводит к голодной смерти.

4. Заключение.

Изменения и глобальное потепление климата меняют фенологию и количество используемых медведем кормовых ресурсов, что влияет на их миграцию и кормовое поведение. Вследствие этого происходит вертикальный перенос гималайским черным медведем семян растений, таких как мелкопильчатая вишня. Это помогает растениям выживать в условиях потепления климата, позволяя им менять ареал распространения. С другой стороны, уменьшение запасов травянистых растений вследствие скачка численности оленей и задержка захода горбуши в реки под влиянием изменений климата влекут за собой обеднение кормового рациона бурого медведя. В итоге отмечается возможное снижение выживаемости и плодовитости медвежьих.

5. Литература.

- Kobayashi, K., Sato, Y. and Kaji, K. 2012. Increased brown bear predation on sika deer fawns following a deer population irruption in eastern Hokkaido, Japan. *Ecological Research*, 27:849-855.
- Koike, S., Kasai, S., Yamazaki, K. and Furubayashi, K.. 2008. Fruit phenology of *Prunus jamasakura* and the feeding habit of the Asiatic black bear as a seed disperser. *Ecological Research*, 23: 385-392.
- Naoe, S., Tayasu, I., Sakai, Y., Masaki, T., Kobayashi, K., Nakajima, A., Sato, Y., Yamazaki, K., Kiyokawa, H. and Koike, S. 2016. Mountain-climbing bears protect cherry species from global warming through vertical seed dispersal. *Current Biology*, 26:R315-316. doi: <http://doi.org/10.1016/j.cub.2016.03.002>.
- Sato, Y., Aoi, T., Kaji, K. and Takatsuki, S. 2004. Temporal changes in the population density and diet of brown bears in eastern Hokkaido, Japan. *Mammal Study* 29: 47-53.

日露隣接地域における環境変動の鳍脚類の生態に与える影響

小林 万里

東京農業大学生物産業学部アクアバイオ学科

1. ゴマファザラシとは？

ゴマファザラシ (*Phoca largha*, 以下本種) は、夏から初秋にかけて沿岸 (夏の生息地) で定着的な生活 (以下, 夏季集団) をした後, 採餌を目的として長距離移動する (Lowry et al. 1998). その後, 冬から初春にかけて海氷域近くで移動的な生活 (冬季集団) をしながら, 成獣個体は海氷域 (冬の繁殖海域) で3月中旬~4月初旬に流氷上で出産・育児を行い, 4月~5月に主に水中で交尾をするという一連の繁殖を経て, 流氷の消滅とともに夏の生息地に戻る回遊性のアザラシである (Naito and Nishiwaki 1972 ; 小林 2011). そのため, 夏と冬で生息場所が異なる. 夏の生息地はベーリング海とオホーツク海を中心に, チュクチ海, 日本海北部, ピョートル大帝湾, 沿海州, 中国渤海湾・黄海の沿岸域に分布し (和田・伊藤 1999), 冬の繁殖海域はブリストル湾周辺やアナディア湾周辺, カラギンスキー島周辺のベーリング海, サハリン東部から北海道北部, 北緯 55 度以北のオホーツク海, 間宮 (タタール) 海峡, ピョートル大帝湾, 渤海湾の 8ヶ所の海氷域に分布する (Shanghnessy and Fay 1977).

2. ゴマファザラシの生態変化

近年, 冬季北海道回遊群の分布状況が大きく変化している. 全体的に来遊場所の南下, 北海道への長期滞在傾向が見られている. 特に, 生態変化が顕著なのは北海道の中でも日本海側で, 1970 年代には礼文島の北部に位置するトド島のみで来遊個体が確認されていたが (内藤 1977), 近年は礼文島のほかに, 利尻島, 稚内市 (声問・宗谷・抜海), 天売島, 焼尻島など, 日本海側北部に集中して上陸場が増加した. また, 年々それら上陸場を利用する来遊個体数が増加している. 上陸場の増加とともに, ゴマファザラシの目撃も積丹・小樽地域まで南下・拡大している. さらに来遊時期も過去は 12 月~翌 3 月であり, 3 月になると北海道より北にある夏の生息地に戻っていったが, 現在では 11 月から来遊しはじめ, 5 月まで多数の個体が北海道の日本海側で観察できるようになり, 早期来遊・遅延退去の長期滞在傾向にある. 本種は, 流氷上で出産するため, 流氷の来ない礼文島・トド島に来遊していた個体は若い, つまり繁殖に参加しない年齢の個体であると考えられていた (Mizuno et al. 2001). しかし, 近年日本海側に来遊する個体には, 妊娠しているものも見られる

ようになった。北海道日本海側で当初から上陸場があった礼文島では、近年では 400 個体ほどのゴマフアザラシが周年生息する（周年定着個体）ようになり、上陸場も礼文島本土にも数ヶ所が存在、トド島では出産も確認されている（Shibuya and Kobayashi 2014）。かつての礼文島のトド島への来遊個体数は、300~400 個体ほどだったが、現在では数千もの個体が来遊してきていると考えられ（Shibuya and Kobayashi 2014）、年々増加する傾向が見られている。以上のように、1970 年代までほとんど来遊のなかった北海道日本海側への本種の冬季北海道回遊群の個体数およびその生態が、近年大きく変化している（図 1）。

さらに、北海道日本海側へ来遊してくる本種が何処由来かを発信機を装着して調べた結果、少なくとも間宮海峡由来とオホーツク海由来の個体が来遊してきていることが明らかになった。さらに、礼文島は間宮海峡由来、天売・焼尻はオホーツク海由来、抜海は両者由来の個体の来遊が確認され、北海道日本海側の上陸場によって、来遊元が異なることも明らかになった（図 2）。

3. 生態変化の要因と日露の共同調査の必要性

何故、本種の生態変化が北海道日本海側に顕著に見られてきたのかを考えてみたい。まず、1977 年までオホーツク海で年間数十万頭という大規模で行われていたアザラシ猟が衰退し、本種のオホーツク海全体での個体数が増加したことが、その第一の条件であると考えられる。オホーツク海の個体数の増加は、本種の餌競争や上陸場競争を引き起こす要因となり、その結果新しい生息地を開拓しようとする。本種のその動きと同時期に、オホーツク海の流氷の減少が重なったことが、第二の条件となった。流氷面積の減少は、厳冬期前に日本海側へ来遊してきても、2月の厳冬期に、繁殖のためにオホーツク海の流氷域に移動することが物理的に可能になった。言い換えると、厳冬期の流氷の減少により、宗谷海峡を通過してオホーツク海への移動ができるようになったことが、日本海側が新しい生息地として利用されるようになった要因と考えられた。さらに、北海道日本海側がより多くの個体に長期間利用されるようになったことは、日本海側にはオホーツク海側と異なり新しい上陸場を形成でき、冬季も漁業を行っていること、比較的浅い海で捕食できることが挙げられる。これらが重なると、餌場を広範囲に広げることができ、さらに漁業へ依存することにより簡単に餌を捕食できるため、ますます多くの個体が長期間この海域を利用するようになると推測された。以上のように、ゴマフアザラシは、日露の海域を広く回遊すること、その生態変化は流氷の変化に依存していることから考えても、日露の共同調査や情報交換が必要である。

さらに、ゴマフアザラシの近縁種であるハーバーシールでも同様な状況であり、日露の共同調査や情報交換が必要である。ハーバーシールは、ゴマフアザラシと異なり定着性が

高く、同じ上陸岩礁を周年利用し、そこで繁殖も行うアザラシであり、北半球 16,000km に渡り生息しており、5亜種が認められている。太平洋には2亜種が存在すると言われており、その境界線がコマンダー諸島付近であるとされているが、遺伝子による先行研究では、これら2亜種は1亜種に分類すべきと示唆している。北海道では、我々がミトコンドリア DNA でもマイクロサテライトでも襟裳地域と道東地域が異なる集団であることを示しているが、それより以東の北方四島から千島列島にかけては、遺伝子研究のみならず研究の空白地帯である。そのため西部太平洋のハーバーシールの全貌は不明のままである。さらに、これらの地域はゴマフアザラシとハーバーシールが同所的に生息している地域でもあり、両種のハイブリットが存在する可能性が示唆されている。両種の管理の面からも、これらの地域での研究の発展が必要であり、日露での共同調査や情報交換が急務である。是非、既存の日露生態系保全協力プログラムを基盤に、今後さらなる日露の共同研究が発展することを望む。

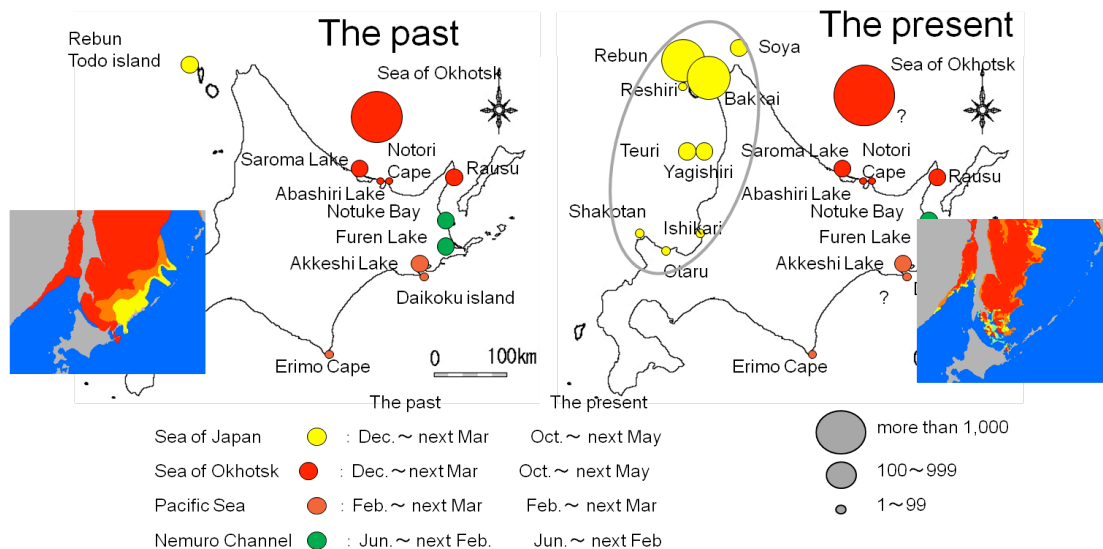


図 1. ゴマフアザラシの過去と現在の生態変化

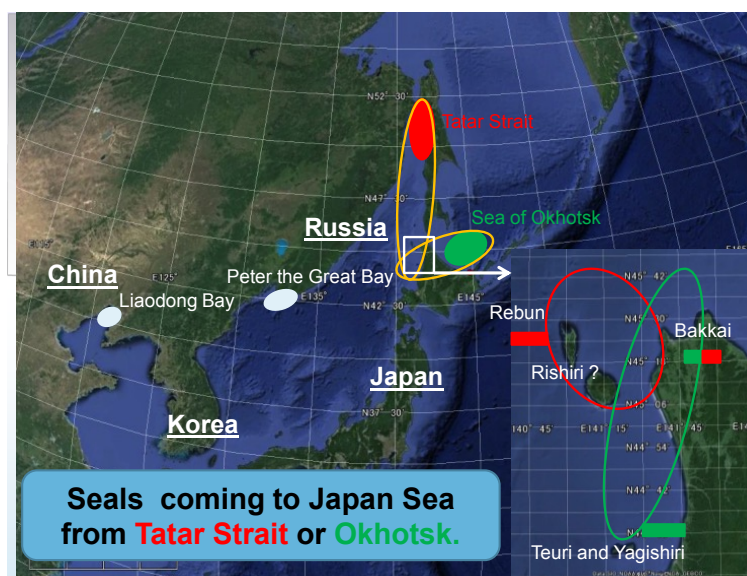


図 2. 北海道日本海側に来遊するゴマフアザラシの由来



図 3. 流氷上のゴマフアザラシ（航空センサスから）

Влияние изменения окружающей среды в сопредельных районах Японии и России на образ жизни ластоногих

Мари КОБАЯСИ

*Токийский университет сельского хозяйства,
Факультет биоиндустрии,
Отделение морской биологии.*

1. Кто такая ларга?

Ларга *Phoca largha* (далее " данный вид") с лета до начала осени ведет оседлый образ жизни на побережье (летняя станция) и потом передвигаются на большое расстояние в поисках кормов (Lowry et al. 1998). Потом с зимы по начало весны ведет кочевой образ жизни (образуя зимние популяции) вблизи от зон морских льдов, где взрослые особи рожают и вскармливают детенышей на дрейфующих льдах (зимние районы размножения) в период с середины марта по первую декаду апреля, и когда исчезает масса льдов с апреля по май спариваются в основном в воде. В дальнейшем, после ряда свойственных брачному периоду поведений, животные возвращаются к местам летнего обитания. Ларга – кочевой тюлень (Naito and Nishiwaki 1972 ; Кобаяси 2011). Поэтому они меняют места обитания в зависимости от летнего и зимнего сезона. Летняя станция простирается по бережным зонам, в основном, Берингова и Охотского морей, и к тому же еще достигает до побережий Чукотского моря, северной части Японского моря, залива Петра Великого, залива Бохай, Желтого моря Китая (Вада, Ито, 1999), а зимние места размножения распространяются на 8 районов морских льдов: в акватории Бристольского, Анадырского заливов и акватории вокруг острова Карагинского в Беринговом море, а также в зоне между от восточной частью о. Сахалин и северной частью о. Хоккайдо, в более северной части Охотского моря выше 55-го градуса северной широты, Татарского пролива, залива Петра Великого и залива Бохай (Shanghnessy and Fay 1977).

2. Изменение экологии ларги.

В последние годы отмечены большие изменения ареала мигрирующих

популяций на о. Хоккайдо в зимний период. В общем, наблюдается перемещение мест скопления ларги в более южный район, и тенденция к увеличению срока пребывания на о. Хоккайдо. На о. Хоккайдо наибольшие изменения их экологии отмечаются на побережьях Японского моря. Если в 1970-ых годах были наблюдаемы пришедшие особи исключительно на острове Тодо к северу от о. Рэбун (Найто, 1977), то в последние годы помимо о. Рэбун отмечены ее лежбища и на островах Рисири, Тэури, Ягисири и берегах г. Вакканай (в районах Козтой, Соя и Баккай). Заметно увеличилось число лежбищ на побережьях Японского моря в северной части о. Хоккайдо.

Год за годом растет численность мигрирующих особей, которые используют эти лежбища. По мере увеличения числа лежбища, территория, где они наблюдаются, расширяется к более южным районам таким, как полуостров Сякотан и район Отару. Что касается сроков пребывания, то в прошлом животные, как правило, скапливались в этих местах с декабря по март следующего года, и в марте уже уходили на летние станции севернее о. Хоккайдо. А теперь они стали посещать зимние лежбища с ноября и встречаются на побережьях Японского моря на о. Хоккайдо до мая – то есть, они стали приходить раньше и уходить позже. Таким образом, очевидна тенденция к увеличению сроков пребывания животного в данном районе. Поскольку ларга щенится на дрейфующих льдинах, считалось, что свободные от зимних морских льдов острова Рэбун и Тодо посещают, скорее всего, молодые особи, так как они не принимают участие в процессе репродукции (Mizuno et al. 2001). Однако в последние годы встречаются беременные самки среди тех, которые приходят на побережья Японского моря.

На о. Рэбун, расположенном в Японском море, изначально имелись лежбища ларги и в последние годы там круглогодично оседает около 400 особей (оседлые особи). Существует несколько лежбищ на о. Рэбун и отмечены случаи щенения на о. Тодо (Shibuya and Kobayashi 2014). Численность популяции этого вида на о. Тодо вблизи о. Рэбун была оценена в 300 - 400 голов, а текущее их количество оценивается уже в несколько тысяч (Shibuya and Kobayashi 2014), что свидетельствует об ежегодном приросте. Таким образом, в последние годы отмечена динамично растущая численность и изменение образа жизни популяций данного вида, совершающих зимнюю миграцию на япономорские побережья о. Хоккайдо, где до 1970-ых годов они почти не встречались (рис. 1).

К тому же, в результате исследования с надеванием датчиков на «кочевых» особей данного вида, проведенного на берегах Японском море на о.Хоккайдо с целью поиска мест их происхождения, выяснилось, что в этой акватории встречаются преимущественно особи из Татарского пролива и Охотского моря. При этом на о. Ребун преобладают особи из Татарского пролива, на островах Тэури и Ягисири - из Охотского моря, а в районе Баккай г. Вакканай встречены животные с обеих акваторий. Таким образом, популяции ларги в зависимости от мест их происхождения имеют свои предпочтения в выборе зимнего лежбища на япономорских побережьях острова Хоккайдо (рис.2).

3. Факторы изменений экологии ларги и необходимость совместных исследований Японии и России.

Теперь рассмотрим вопрос, почему происходят столь заметные изменения биологии данного вида именно на япономорских побережьях о. Хоккайдо. Первой возможной причиной является то, что утратила былую активность охота на тюленей в Охотском море, которая практиковалась масштабно до 1977-го года с ежегодной добычей до несколько сотен тысяч голов, вслед за чем последовало увеличение их общей численности во всем Охотском море. Такой рост усугублял конкуренцию за пищевые ресурсы и лежбища между животными в Охотском море, в результате чего они стали выходить на новую акваторию. Одновременно происходило уменьшение массы зимних морских льдов, что послужило второй причиной изменений экологии ларги. Уменьшение занятой льдами площади в море позволило тюленям, нашедшим свой приют на побережьях Японского моря на о. Хоккайдо до самых холодных месяцев, на время покидать эти места и перемещаться в районы дрейфующих льдов Охотского моря для размножения в самом разгаре зимы – феврале. Другими словами, уменьшение площади зимнего ледяного покрова в море в самые холодные месяцы способствовало животным перемещаться через Пролив Лаперуза в Охотское море в брачный сезон, что стало причиной выхода ларги на новый ареал обитания - Японское море. Кроме того, большое число особей стало оставаться на япономорских побережьях о. Хоккайдо более продолжительное время, соответственно образовались новые лежбища за пределами Охотского моря. Вблизи завоеванных ими зон ведется рыболовецкий

промысел в зимний период и животные могут добывать пищи в сравнительно мелких водах. Как предполагается, те и другие факторы в совокупности позволяют тюленям не только расширять свою кормовую территорию, но и зависеть от рыболовства для пополнения кормовой базы, что привлекает еще большее число животных на эту акваторию на продолжительный срок. Как подтверждено, ларга мигрирует на обширных акваториях Японии и России и изменение ее биологии тесно связано с ледовым режимом морей. С учетом этого налицо необходимость совместных исследований и обмена информацией между японскими и российскими специалистами.

У обыкновенного тюленя, близкородственного вида ларги, отмечается подобная ситуация, требующая совместных исследований и обмена информацией. В отличие от ларги, обыкновенный тюлень более склонен к оседлому образу жизни. Он использует те же самые лежбища на рифах в круглый год, где и размножается. Ареал его обитания простирается на 16 тысяч км в Северном полушарии. У этого вида имеется 5 подвидов. Говорят, что в Тихом океане обитают 2 подвида и граница их ареалов бороздит район около Командорских островов. Однако результаты последнего анализа ДНК указывают необходимость классифицировать их как один подвид. Относительно о.Хоккайдо, то по результатам нашего анализа мт-ДНК и микросателлитных ДНК-маркеров двух групп животных, находящихся на рифах мыса Эримо и в восточной части о.Хоккайдо, мы пришли к выводу, что эти две группы далеко не однородны. Однако в данный момент вовсе не изучены популяции, обитающие в более восточной части, простирающейся с Четырех северных островов на север вдоль Курильской гряды, не говоря уже о генетических исследованиях. Поэтому, образ жизни обыкновенного тюленя в западной части Тихого океана пока не очерчен. При этом там обитают и ларга и обыкновенный тюлень на одной и той же территории, что предполагает возможность существования животных - гибридов этих двух видов. С точки зрения регулирования популяции этих двух видов, необходимо развитие изучения в этих районах, и требуется немедленное проведение совместных исследований и обмена информацией. Я желаю дальнейшего развития японо-российских совместных научных исследований на основе Программы сотрудничества между Правительством Японии и Правительством Российской Федерации в сопредельных районах двух

государств, в сфере сохранения, изучения и рационального/устойчивого использования экосистем.

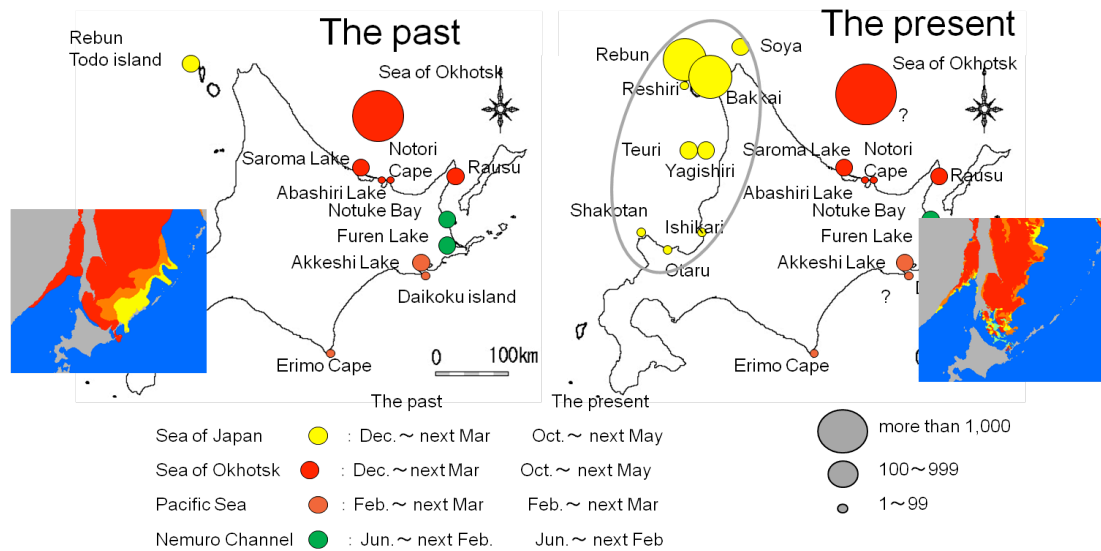


Рис. 1. Сравнение ареала ларги с прошлым.

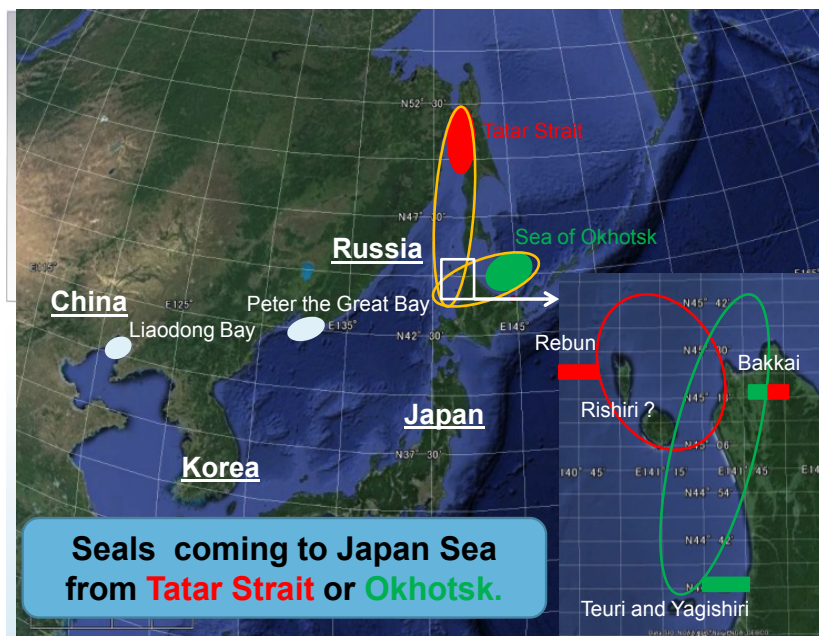


Рис.2. Происхождения особей ларги, обитающих на япономорских побережьях о. Хоккайдо.



Рис.3. Ларги на морских дрейфующих льдинах (снимок во время авиаучета).

ロシア極東地域と北海道における渡り鳥や共通種に対する 気候変動の影響

白木 彩子

東京農業大学生物産業学部

近年、さまざまな鳥類種に対する地球温暖化の影響について報告されており、たとえば繁殖や渡りといった生活史イベントの開始時期の早期化が報告されている。また、より北方、またはより高標高の場所に生息分布を移動・拡大している種もいる。このような、温暖化に対するレスポンスとして現れている変化は、必ずしも鳥類のフィットネスを向上させるとはいえない。

鳥類に対する温暖化の負の影響の主なものとしては、以下の二つが挙げられる。一つは、生息地や移動経路の減少や消失、または質の悪化である。たとえば気温が上昇することで植生が変わり、生息地として不適な環境になることや、湿地や干潟に営巣する種では、降雨量の増大により営巣場所が水没する可能性がある。二つめは、種間の相互作用や被食―捕食関係への影響である。これは、生物の分類群や種によって気候変動に対するレスポンスが異なることから、温暖化による生活史時期のずれが必ずしも相互関係をもつ生物間で同調しないことによる。たとえば、鳥類の繁殖において卵の孵化時期が早まった場合、餌である昆虫類の出現時期が同様に早まっていなければ、餌不足により繁殖成功率が低下する可能性がある。このような悪影響により、温暖化現象が多くの鳥類を絶滅に追いやる可能性が指摘されている。たとえば2100年まで絶滅する陸鳥種数は、地表温度の上昇値を変えた複数シナリオに基づくシミュレーションにより、100種程度から2500種程度の範囲になると予測されている (Şekercioglu et. al. 2008)

地球温暖化による影響は、ロシア極東地域と北海道とに共通して生息する、あるいは両国の国境を跨いで往来する多くの鳥類種においても懸念されることから、両国が協力して対応策を検討していく必要がある。そのためにはまず、日露の研究者および関係者間での既知の情報の共有が重要である。北海道においては、温暖化による影響に関する研究が進んでいる鳥類は多くはないことから、今回の発表では希少性のある渡り鳥や共通種について、温暖化による影響とみられる現象や今後起こる可能性のある懸念事項について発表する。

まず、海ワシ類であるオジロワシ *Haliaeetus albicilla* とオオワシ *H. pelagicus* をとりあげる。北海道における海ワシ類に対する温暖化の影響は明らかではないが、ここでは今後生じ得る主な問題について報告する。

日本では、オジロワシは北海道で繁殖する留鳥集団と、極東ロシアの繁殖地から渡来する冬鳥の両方がある。一方オオワシは、すべてオホーツク海沿岸部などの極東ロシアで繁殖し、日本へは越冬期にのみ渡来する冬鳥である。オジロワシ・オオワシ合同調査グループによる、北海道を主とする北日本一円で越冬する海ワシ類生息数調査の結果によれば、近年ではオジロワシが700-1000個体、オオワシが1000-1500個体前後確認されている。通常、北海道での越冬個体数が最も多い1月中旬から3月初めにかけては、90%近い海ワシ類が人間活動から供給される餌、たとえば漁業活動から投棄される雑魚類や、観光船の撒く魚などを食べている。しかし、ロシアの繁殖地からの渡り時期である秋から初冬には、多くの海ワシ類が河川に遡上するシロザケ *Oncorhynchus keta* やその死骸を餌とする。一方、生息に適した水温域の分布の変化に基づいて温暖化によるシロザケへの影響を予測した帰山 (2013) によれば、2005年では北太平洋はシロザケにとって極めて好適な環境であるが、海水温の上昇により北海道産のシロザケは2050年までにオホーツク海への回遊ルートを失い、2100年までには生存が困難になる可能性があることを指摘している。このようなシロザケの分布の変化は、それを主要な餌資源としている海ワシ類に非常に大きな影響を与える可能性がある。同様に、サケ科魚類が重要な餌の一つであるシマフクロウ *Ketupa blakistoni* やヒグマ *Ursus arctos* などにも、影響をもたらすと考えられる。さらに、北海道で越冬する海ワシ類の一部には、2月まで河川でサケの死骸を食べて生き延びるものもいる。河川に残ったサケの死骸は、温暖化によってより速く分解されて消失することがHarveyら (2012) によって示されているが、このことも海ワシ類の越冬期の餌資源の不足を助長すると考えられる。

一方、オホーツク海における海水面積の縮小は、とくにオオワシにとって早春の重要な餌資源であるゴマフアザラシ *Phoca largha* の繁殖場の減少を引き起こすことで、海ワシ類の繁殖や生存にも影響をもたらす (Masterov 2013)。

温暖化のような地球規模の環境変動による海ワシ類への影響の解明や予測のためには、かれらが生態系の最上位種であり、かつ渡り鳥として広域的にさまざまな環境を利用することから、オホーツク海沿岸の生物群集全体の動態に関する研究の推進が必要不可欠である。

海ワシ類以外の渡り鳥への影響として、たとえばマガン *Anser albifrons* では、かつては渡りの一時的な中継地として利用されていた日本国内のより北方の生息地が、近年では越冬地になっており (Takeshita & Kurechi 2000)、北海道東部のひだか町の越冬地はその一例である。また、宮城県伊豆沼と蕪栗沼で越冬するマガンでは、近年の個体数の急増とともに、より遅い時期に越冬地に渡来し、より早く渡去するようになったため滞在期間が短くなったことが報告されている (Takeshita & Kurechi 2000)。そしてその要因として、

ロシアの繁殖地の温暖化による環境条件の変化が影響していると考えられている。

一方、主に北海道東部地域で繁殖するタンチョウ *Grus japonensis* では、春の営巣時期の大雨の増加が繁殖成功率に負の影響をもたらす可能性が懸念されている。たとえば近年、雪解け時期である春に大雨が増えたことで川が氾濫し、湿原にある営巣地が水で覆われた（正富 欣之（タンチョウ保護研究グループ）私信）などはその一例である。また、タンチョウは潮位変化のある汽水湖岸沿いのヨシ原にも営巣するが、このような巣は温暖化に伴う海水面の上昇により水没する可能性が指摘されている。

以上のように、北海道とロシアに共通して生息する、あるいは日露間を渡る多くの鳥類種において温暖化によるさまざまな悪影響が懸念される。早急にそれらの影響を解明・予測し、対応策を検討・実践するために、日露間での継続的な情報交換と共同研究の実施が望まれる。

引用文献

- Harvey, C.J., Moriarty, P.E. and Salathé, E.P. 2012. Modeling climate change impacts on overwintering bald eagles. *Ecology and Evolution* 2(3): 501-514.
- 帰山雅秀. 2013. 日本系シロザケの生命線オホーツク海—日本とロシアの架け橋. 桜井泰憲ほか（編著）. オホーツクの生態系とその保全, pp 109-116. 北海道大学出版会, 札幌.
- Masterov, V. 2013. サハリン北部のオオワシ個体群の現状と開発地区における保全の展望. 桜井泰憲ほか（編著）. オホーツクの生態系とその保全, pp 299-308. 北海道大学出版会, 札幌.
- Şekercioğlu, C.H., Schneider, S.H., Fay, J.P. and Loarie, S.R. 2008. Climate change, elevational range shifts, and bird extinctions. *Conservation Biology* 22: 140–150.
- Takeshita, N. and Kurechi, M. 2000. Chapter 20, What will happen to the birds? *In* Domoto, A. et al. (eds). *A threat to life: the impact of climate change on Japan's biodiversity*. pp.127-135. Tsukiji Shokan Publishing, Tokyo, Japan and IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Миграция редких видов птиц между Японией и Россией и влияние изменений окружающей среды.

Сайко СИРАКИ

*Токийский университет сельского хозяйства,
Факультет биоиндустрии,
Отделение биологического производства.*

В последние годы нам передается немало сообщений о влиянии глобального потепления климата на орнитофауну, в том числе информация о начале в более ранний срок таких сезонных явлений, как размножение и перелет. У некоторых видов отмечаются перемещения и расширения ареала в более северные широты или более высокие места. Такие изменения, сопряженные с потеплением климата, не всегда положительно сказывается на жизнедеятельности птиц.

Последствиями отрицательного воздействия потепления климата на птиц можно называть, в основном, следующие два. Во-первых, деградация и исчезновение местообитаний и маршрутов перелета или ухудшение их состояния. Например, из-за повышения температуры воздуха происходит смена растительных сообществ, к которой не приспособляются регулярные обитатели. Увеличение дождевых осадков может ставить гнезда болотно-водных видов птиц под угрозу гибели от затопления. Во-вторых, это нарушение биологического равновесия и отношений «хищник - жертва», вызываемое разным степенью чувствительности конкретного биологического объекта или целого комплекса к изменениям климата. Поэтому каждый вид меняет свой годовой жизненный цикл не в ногу с другими. Расскажу подробно об этом на примере размножения птиц: если даже выводка начинается раньше чем обычно, корм птенцов – насекомые не появляются на этот срок раньше. Следовательно, процент успешности размножения птиц может существенно снижаться из-за скудности кормовой базы. Из-за этих отрицательных последствий, как многие орнитологи бьют тревогу, немало видов птиц могут оказаться на грани исчезновения. По результатам моделирования на основе разных наземных температурных условий, предполагается исчезновение порядка около от 100 до 2500 наземных видов птиц к 2100- ому году (Şekercioğlu et. al. 2008).

В виду того, что воздействие глобального потепления может сказаться и на

множестве видов птиц, обитающих и в Японии и России или мигрирующих между ними через границу, обеим странам необходимо прилагать взаимные усилия на принятие превентивных мер. Для этой цели главным является, прежде всего, обмен существующей информацией между японскими и российскими учеными. На Хоккайдо слабо изучены многие представители орнитофауны в контексте с потеплением климата. Поэтому в этой работе публике будет представлена информация об аномальных явлениях и их возможных последствиях в перспективе, вызываемых предположительно потеплением климата у редких перелетных птиц и общих для нас представителей пернатых.

В первую очередь, рассмотрим вопросы относительно морских орлов, таких как орлан-белохвост *Haliaeetus albicilla* и белоплечий орлан *H. pelagicus*. Воздействие потепления климата на них на о. Хоккайдо пока не выяснено, но здесь представлены возможные основные проблемы в дальнейшей её перспективе.

В Японии известны оседлые популяции орлана-белохвоста, которые дают потомство на о. Хоккайдо, и мигрирующие, прилетающие на зимовку с мест размножения в Приморском крае. Между прочим, все особи белоплечего орлана зимуют в Японии и размножаются в дальневосточных регионах России, включая побережья Охотского моря. По результатам совместного учета, проведенного группами исследователей орлана-белохвоста и белоплечего орлана, численность орланов, зимующих на севере Японии (главным образом на о. Хоккайдо) в последние годы оценивается в около 700- 1000 особей орлана-белохвоста и 1000 - 1500 белоплечего орлана.

Как правило, в пик численности зимующих на Хоккайдо птиц (с середины января до начала марта) почти 90 % из них питается приловом, получаемым в процессе промысловой деятельности, или приманкой, разбрасываемой с борта туристических катеров. Однако в период перелета птиц из России после репродуктивного процесса (с осени по начало зимы), большинство из них кормится идущей на нерест кетой *Oncorhynchus keta* или ее падалью. По прогнозу Кияма (2013), исследовавшего возможное влияние потепления климата на биологию кеты с учетом изменчивости полей оптимальной для нее температуры воды в мировом океане, в 2005 году северная часть Тихого океана представляла собой оптимальную среду для обитания кеты. Однако, по мере повышения

температуры морской воды, рыба с о. Хоккайдо потеряет маршруты миграции в Охотское море к 2050-ому году, и предполагается, что она может переставать существовать на этой акватории к 2100-ому году. Столь динамичные изменения ареала кеты могут пагубно воздействовать и на орланов, так как они чаще всего добывают эту рыбу. Вполне ожидается подобное влияние на рыбного филина *Ketupa blakistoni* и бурого медведя *Ursus arctos*, у которых лососевые рыбы составляют в основном рационе. Кроме того, часть популяций орланов остается на Хоккайдо до февраля, довольствуясь падалью отнерестившейся кеты. Изучение Harvey и др. (2012) подтверждает, что потепление климата ускоряет процесс разложения и распада мертвых рыб в реках. Это может усугублять нехватку кормовых ресурсов для орланов в период зимовки.

С другой стороны, по мере убывания площади покрова морских льдов в Охотском море в зимнее время лишается пригодных для щенения мест ларга *Phoca largha*, которая является одним из главных кормовых ресурсов ранней весной для белоплечего орлана. Это тоже оказывает влияние на успешность размножения и выживаемость орланов (Masterov 2013).

Орланы - это хищные птицы, которые стоят на вершине трофической пирамиды и приспособлены при помощи сезонной миграции к разным условиям обширной территории. Учитывая эти факторы, необходимо усиливать наблюдение за состоянием целых прибрежных сообществ животных вокруг Охотского моря, чтобы выяснить и прогнозировать влияние на них глобального изменения окружающей среды, в т.ч. потепление климата.

Изменениям климата подвержены как орланы, так и другие перелетные птицы. Например, белолобая казарка *Anser albifrons* теперь зимует в северных районах Японии, где она в прошлом пребывала лишь временно на пути миграции к южным районам (Takeshita & Kurechi 2000). Одним из таких мест стал пос. Хидака в восточной части о. Хоккайдо. А в озерах Идзунума и Кабукурунума в префектуре Мияги численность зимующих особей казарки возрастает в последние годы, причем птицы туда на зиму прилетают позднее, а весной улетают на север раньше. Таким образом, сокращается время их пребывания в местах зимовки (Takeshita & Kurechi 2000). Это, вероятнее всего, обусловлено изменением условий жизни, связанным с потеплением климата в местах размножения в России.

С другой стороны, рост количества дождевых осадков в весеннее время в восточной части Хоккайдо может негативно влиять на процент успешности размножения японского журавля *Grus japonensis*, который предпочитает гнездиться в этом районе. Однажды весенний поводок, вызванный проливными дождями в период интенсивного таяния снега, затопил места гнездования (это стало известно по личной переписке с Й. Масатоми из группы сторонников за сохранение японского журавля). Японский журавль также гнездится на камышовых полях на берегах полупроточных солоноватых озер в эстуариях. Гнезда могут оказаться под водой в случае повышения уровня морской воды впоследствии потепления климата.

Таким образом, несомненно есть опасения насчет того, что потепление климата в той или иной форме может оказывать отрицательное влияние на общие для Японии и России виды птиц или мигрирующие птицы между двумя странами. С целью выяснить и прогнозировать последствия и предпринимать соответствующие меры рекомендуется непрерывный обмен информацией между Японией и Россией, а также проведение совместных исследований.

Литература.

- Harvey C.J., Moriarty, P.E. and Salathé, E.P. 2012: Modeling climate change impacts on overwintering bald eagles. *Ecology and Evolution* 2(3). 501-514.
- Кияма М. 2013: Охотское море - жизненно важная акватория для кеты из Японии и мост между Японией и Россией.// Экологическая система Охотского моря и ее сохранение (под ред. Я.Сакурай и др.). ст. 109-116. Издательство Университета Хоккайдо, г. Саппоро.
- Masterov V. 2013: Оценка состояния популяции белоплечего орлана на севере о. Сахалина и изучение перспективы ее сохранения в районе интенсивного хозяйственного освоения. // Экологическая система Охотского моря и ее сохранение (под ред. Я.Сакурай и др.), ст. 109-116. Издательство Университета Хоккайдо, г. Саппоро.
- Şekercioğlu, C.H., Schneider, S.H., Fay, J.P. and Loarie, S.R. 2008. Climate change, elevational range shifts, and bird extinctions. *Conservation Biology* 22:140-150
- Takeshita N., Kurechi M. 2000: Chapter 20, What will happen to the birds ? *In* Domoto, A. et. al. (eds). *A threat to life: the impact of climate change on Japan's biodiversity*. pp.127-135. Tsukiji

Shokan Publishing, Tokyo, Japan and IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

知床半島において気候変動が陸生動物に与える影響

村上 隆広

斜里町立知床博物館

1. 流氷がもたらす豊かな生態系

北海道東部の知床は、オホーツク海に面した半島である。知床は 2005 年に UNESCO の世界自然遺産に登録された。登録理由は、海洋と陸域の豊かな生態系がつながりあって残されていること、シマフクロウ *Ketupa blakistoni* や海ワシ類、トド *Eumetopias jubatus* などの希少生物種の重要な生息地であるためだ。知床に豊かな生態系をもたらしている源は流氷である（図 1）。アムール川河口で出来た流氷は南下して、知床まで達する。流氷の作用でプランクトンや藻類などの栄養が知床にもたらされる。たとえば、流氷が海面を冷やす事で海流が生まれ、それがプランクトンを活性化させる。流氷の裏側についた藻類（アイスアルジー）も動物プランクトンにとって栄養となる。こうして豊かなプランクトン相があるため、さまざまな魚類や無脊椎動物、さらにそれらを餌とする鳥類、海獣類、鯨類が豊かに生息できるのである。

2. 気候変動の現状と大型哺乳類への影響

知床の老人にたずねると、かつては流氷が背丈を超えるほど海岸で盛り上がったという。しかし、最近はそのままで多くの流氷はないようだ。流氷が減少しているならば、海洋生態系の豊かさが減少する。図 2 は、知床に近く長期にわたる気象観測データのある網走市で、毎年流氷が見られた日数を示したグラフである。流氷の見られた日数が 1950 年代に比べて徐々に減少していることがわかる。流氷の量は実際に少なくなっているといえる。この傾向は気温にもみられる。図 3 は、網走市の平均気温変化を示している。約 100 年の間に平均気温が 1 度上昇している。同じように積雪量の減少も起きていると思われる。積雪のデータは十分でないが、100 年前に比べて極端な大雪の年が少なくなっているらしい。この地域では温暖化の傾向が見られているといっていよい。

次に温暖化が知床の陸生動物に与える影響をみてゆく。まずシカへの影響が顕著である。シカ *Cervus nippon* は大雪が降ると餌を取る効率が下がり死亡率があがる。特に子ジカ、オスジカ、メスジカの順に雪に弱いので、かつてはメスジカが死ぬような大雪によって個体数が調整されていたと考えられる。現在は大雪の年でも量が少なく、メスジカの多くは生き残るため、次の年には出産して個体群が回復してしまうのだろう。また、雪の減少と同

時に道路網が発達したため、道路の両側に春先に雪解けの早い斜面が現れるようになった。これらの斜面にはシカの好む草本が植栽される事が多く、シカが冬を乗り越えやすくなったと考えられる。シカは森の木々に大きな被害を及ぼしている。とくにシカが過密となった1990年代後半から広葉樹の若い木はほとんど育たない状態となった。草本にも影響が出ている。種の多様性が減少し、ハンゴンソウ *Senecio cannabifolius* などシカの好まない草本が目立つ。現在、世界遺産地域内ではシカの捕殺が行われているが、図4のようにまだ捕殺を実施していない地域では、依然として高密度でシカが生息している。図5はその場所で、2015年に撮影されたヒグマ *Ursus arctos* である。シカの増加で餌となる植物が減少した事に加えて、この年は秋に遡上するカラフトマスが少なく、ヒグマの餌が乏しい状態になった。

3. 気候変動が中小型哺乳類に与える影響

温暖化は中小型哺乳類にも影響を及ぼす。たとえばエゾクロテン *Martes zibellina brachyura* である。エゾクロテンはロシアのクロテンに比べて体が一回り小さく、明るい色をしている。クロテンは北方系の種で、気温の低い場所を好む。中国の小興安嶺では、餌の豊富な生息地でもクロテンは通過するだけで、もっぱら気温の低い高山帯を利用していると報告されている (Bakeyev and Sinitsyn1994)。冬にエゾクロテンは雪をうまく利用している。岩に雪のつもった場所の下に出来た空間で休息をしたり、ネズミなどを探したりする。雪の下を利用する事で猛禽類などから身を守ることできるが、積雪が減るとこのような環境が減ってしまう。現在、北海道にもともといなかったニホンテン *Martes melampus* が分布を広げている。現在は、かつてクロテンの分布していた北海道の南部に、外来種のニホンテンが分布している。原因は不明だが、温暖化の影響があるならば南方系のニホンテンよりも北方系のクロテンに不利だろう。エゾクロテンの食物は、小型哺乳類がもっとも多く、ほかに昆虫類や果実類などである。サルナシ *Actinidia arguta* var. *arguta* やマタタビ *Actinidia kolomikta* などの果実類を好んで食べるが、これらはシカによって樹皮を食われて枯死したものが多く、影響が心配される。また、ネズミ類、リス類、エゾユキウサギ *Lepus timidus ainu* などは植生が悪化すると影響を受けて減少するかもしれない。これらもエゾクロテンにとって影響する。このようにシカの影響が食べ物を介して、エゾクロテンやキツネに生じるカスケード効果については、まだ事実がわかっておらず、研究を進める必要がある。昆虫の中には枯れ木が増えたり、シカの糞が増えたりすることでプラスの影響を受けるものも多くいるだろう。知床ではタヌキが近年増加している。南方系の種であり、昆虫に依存しているタヌキにとっては現在の気候変動はメリットとなっていると思われる。

川の魚にとっても温暖化の影響が心配される。知床の河川ではイワナの 1 種であるオシヨロコマ *Salvelinus malma* が優占種である。この種は冷たい水を好む。知床でよく見られる別のイワナであるアメマス *Salvelinus liucomaenis* に比べると、オシヨロコマは高温では採餌しなくなり死亡率が高くなることがわかっている (Takami et al. 1997)。現在の所、影響は見られていないが、長期的に水温が上昇することでオシヨロコマの減少も心配される。

4. シホテアリン自然保護区との協力関係

知床とロシアの世界遺産地域であるシホテアリン自然保護区とは 2011 年から交流を続けている。2012 年に当時の自然保護区所長であったアナトリー・アスタフィエフ氏が知床を訪れ、地域の小学校で授業もしてもらった。2014 年にはシホテアリン自然保護区と知床博物館、知床財団が学術協定 を結んでいる。2014 年には、知床のスタッフが保護区内でカワウソの調査を行った。シホテアリンでも気候変動が生じているらしく、気温の上昇によって、山火事の発生頻度が高まっているとのことだった。山火事が頻発する事で、草地が増えるなど有蹄類の生息にはプラスになる。一方で、森林に依存する種にとってはマイナスの影響が生じるだろう。知床はシホテアリン保護区と今後も協力して世界自然遺産地域の保護にあたってゆきたい。温暖化の影響を比較したり、対外的に問題点を発信したりする上でも協力してゆけると考えている。



図 1. 知床の流水

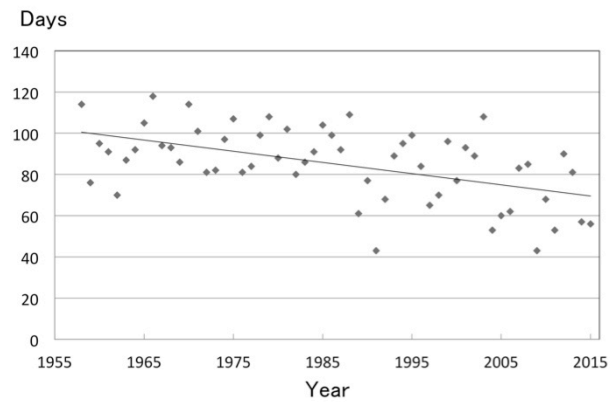


図 2. 網走の流氷日数変化（気象庁統計データによる）

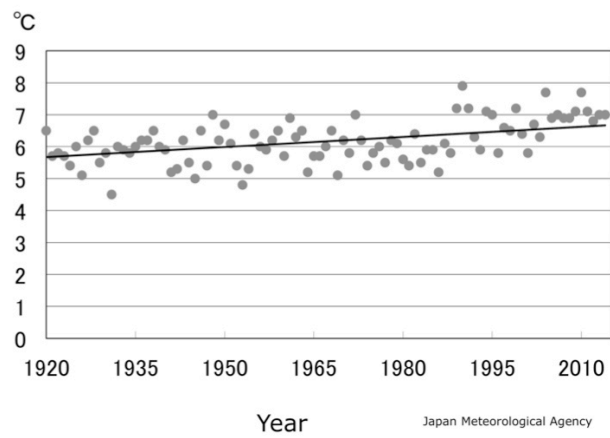


図 3. 網走の年平均気温の変化（気象庁統計データによる）



図 4. 高密度にシカが生息している地域



図 5. やせたヒグマ親子（2015 年）

Влияние изменения климата и наземных животных полуострова Сиретоко

Такахиро МУРАКАМИ

Муниципальный музей Сиретоко в городе Сяри

1. Богатая экосистема, созданная при наличии морских дрейфующих льдов.

Полуостров Сиретоко в восточной части о. Хоккайдо омывается Охотским морем. В 2005-ом году он был зарегистрирован, как объект Всемирного природного наследия ЮНЕСКО. Основанием регистрации явились сохранение богатых наземной и морской экосистем, как одна целая, и наличие главных мест обитания редких животных, таких как рыбный филин *Ketupa blakistoni*, морские орлы, сивуч *Eumetopias jubatus* и т.д. Природное богатство экосистемы на полуострове тесно связано, прежде всего, с морскими дрейфующими льдами (рис. 1). Массы льда образуются в устье реки Амур и дрейфуют к югу до полуострова Сиретоко, принося с собой питательные вещества в виде планктона и диатомовых водорослей. Например, льды охлаждают поверхностную морскую воду, тем самым вызывают морские течения, которые повышают активность планктонов. Диатомовые водоросли подо льдами (ice algae), тоже служат подспорьем размножению зоопланктона. Обилие планктона позволяют обитать в богатой среде разным видам рыбы и беспозвоночных, и благодаря этому птицы, морские млекопитающие, китообразные также могут ими кормиться.

2. Современное состояние и изменения климата и их влияние на крупных млекопитающих.

Местные старожилы в один голос твердят, что в прошлом на полуострове ледяная масса громоздилась выше роста человека. Однако в последнее время не бывает столь много льдов. По мере уменьшения льдов снижается продуктивность морской экосистемы. На рис. 2 показан график годового количества дней, когда визуально наблюдались морские дрейфующие льда с берега города Абасири недалеко от Сиретоко, известного своей уникальной базой данных о морских льдах благодаря многолетним метеорологическим наблюдениям. Очевидно, что по сравнению с периодом 1950-ых годов, количество дней, когда лед визуально наблюдался с берега, постепенно уменьшается. Это де-факто подтверждает снижение ледовитости в море.

Подобная тенденция отмечается и в отношении температуры воздуха. На рис. 3 показана динамика среднегодовой температуры воздуха в г. Абасири. Данные свидетельствуют о повышении средней температуры воздуха на 1 градус в течение около 100 последних лет. Соответственно, по всей видимости, происходит уменьшение количества снегопадов. Данные по количеству атмосферных осадков в зимний период недостаточны, но в последние годы чрезмерно снежные зимы стали редкостью по сравнению со 100-летней давностью. Можно сказать, что в этом районе выявляется тенденция к потеплению климата.

И теперь обратим внимание на влияние потепления климата на наземную фауну на полуострове Сиретоко. Его последствия, прежде всего, очевидны у пятнистого оленя *Cervus nippon*. Чем сложнее ему становится добывать корм при большом снегопаде, тем выше его смертность в зимний период. Самыми уязвимыми к снежной среде являются олени, далее самцы, и за ними следуют самки. Предполагается, что большой снегопад, при котором погибают даже самки, ранее таким образом регулировал численность оленей. В настоящее время количество снега невелико и даже в те годы, которые по современным меркам считаются относительно снежными, большинство самок благополучно проводят зиму и рожают в следующем году, что приводит к восстановлению популяции. Параллельно с уменьшением снега шло развитие автодорожной сети, в результате чего появилось немало откосов дорог, где снег, как правило, тает уже ранней весной. На их поверхности чаще всего посажены любимые травянистые растения животных, что способствует их успешной зимовке. Олени наносят огромный ущерб лесам: молодые лиственные деревья редко вырастают особенно со второй половины 1990-ых годов, когда была отмечена чрезмерная плотность оленей. Животные не могли не воздействовать и на травяные растения. Их видовое разнообразие потерялось, преобладают лишь их нелюбимые растения, в том числе коноплеволистный крестовник (*Senecio cannabifolius*). В настоящее время проводится контрольный отстрел для регулирования численности на территории Всемирного природного наследия. Однако в районах, таких как показаны на рис. 4, где еще не осуществляются контрольные отстрелы, олени, по-прежнему, обитают с высокой плотностью. В одном из таких мест сделана фотография бурого медведя *Ursus arctos* в 2015 году (рис.5). Помимо уменьшения запаса растительного корма из-за возрастания численности оленей плохой нерестовой ход горбуши привел к нехватке корма для бурых медведей.

3. Воздействие изменения климата на малых и средних млекопитающих.

Потепление климата влияет и на малых и средних млекопитающих, таких как хоккайдский (курильский) соболь *Martes zibellina brachyura*. Он отличается от материкового собрата меньшим размером тела и светлым оттенком шкуры. Соболь - обитатель северных регионов, который предпочитает прохладную среду обитания. На хребте Малого Хингана в Китае соболи водятся исключительно в пределах прохладных высотных поясов, равнодушно проходя мимо богатых кормом низкогорных (Bakeyev and Sinitsyn 1994).

Зимой хоккайдский соболь проводит большую часть времени под снегом. Отдыхает и гонится за добычей - мышами в пространстве, образованном под свисающим с больших камней снежным навесом. Он, таким образом, одновременно укрывается от хищных птиц. Из-за малоснежности соболь лишается такой возможности. В настоящее время расширяется область распространения японской куницы *Martes melampus* на север, где она не обитала раньше. Теперь она, ранее экзотическое для Хоккайдо животное, вышло на южную часть этого острова, вытесняя оттуда хоккайдских соболей. Причина пока не выяснена, но, если здесь в кое-какой степени сказывается потепление климата, то такое явление логически вполне вероятно, так как потепление, скорее всего, представляет собой более благоприятные условия для японской куницы родом с юга, нежели для соболя, издревле обитающего на севере. Львиную долю в основном рационе соболя занимает ряд малых млекопитающих, а далее - насекомые и ягоды. Что касается ягод, он предпочитает прочим острую актинидию *Actinidia arguta* var. *arguta* и актинидию коломикту *Actinidia kolomikta*. Однако много деревьев этих видов погибает оттого, что коры деревьев соскребают олени. Это представляет угрозу для кормовой базы соболя. Также предполагается снижение численности мышей, белок, бурундуков и хоккайдских зайцев-беляков *Lepus timidus ainu* при деградации растительного покрова. Это также отразится на популяции соболя.

При этом, еще не нашлось достоверного объяснения закономерности т.н. *каскадного эффекта*, в силу которой проявляются последствия чрезмерно высокой плотности оленя на высоких трофических уровнях, в данном случае, у соболя и лисы, что требует дальнейшего изучения. С другой стороны, изменение климата, возможно, приносит пользу некоторым насекомым - увеличение количества засохших деревьев и оленьего помета. На полуострове Сиретоко в последние годы растет численность енотовидных собак. Поскольку они, в принципе, являются обитателями в южных районах и их жизнь во многом зависит от насекомых, потепление климата для них может быть более благоприятным.

Под влиянием потепления климата также находятся речные рыбы. Преобладающим видом в реках Сиретоко является мальма *Salvelinus malma* из числа пресноводных видов комплекса арктических гольцов. Являясь холодолюбивым видом, она в теплой воде теряет инстинкт гоняться за пищей, поднимая свою смертность. Это в противоположности другой обыденной рыбе Сиретоко из комплекса гольцов – кунже *Salvelinus liucomaenis* (Takami et al. 1997). В текущий момент пока не отмечено явного влияния на эту холодолюбивую рыбу, но если повышение температуры воды прогрессирует в долгосрочной перспективе, то это, возможно, приведет к уменьшению численности мальмы.

4. Сотрудничество с Сихотэ-Алинским государственным природным биосферным заповедником имени К.Г. Абрамова.

С 2011 г. Национальный парк (Заповедник) Сиретоко продолжает свое сотрудничество с Сихотэ-Алинским заповедником, также вошедшим в список объектов Всемирного природного наследия ЮНЕСКО. В 2012 году тогдашний директор заповедника Анатолий Астафьев посетил Сиретоко и читал лекцию в местной школе. В 2014 году Сихотэ-Алинский заповедник, Музей Сиретоко и Фонд Сиретоко заключили трехстороннее соглашение по научному сотрудничеству. Так, в 2014 году научные сотрудники с Сиретоко провели исследование выдр на территории Сихотэ-Алинского заповедника. Там, говорят, учащаются лесные пожары в высокотемпературных условиях предположительно на фоне изменения местного климата. Повторение пожаров оголяет участки, превращая их в луговую местность, что, пожалуй, идет в пользу копытным. С друной стороны, это пагубно влияет на обитателей лесов. Сотрудники Национального парка Сиретоко полны желанием в дальнейшем прилагать усилия на развитие сотрудничества с Сихотэ-Алинским заповедником в деле управления территориями Всемирного природного наследия. Мы видим перспективу в сотрудничестве в таких направлениях, как сравнение данных о воздействии потепления климата на территории и передача общественности информации об актуальных вопросах.



Рис.1. Морские дрейфующие льды на полуострове Сиретоко.

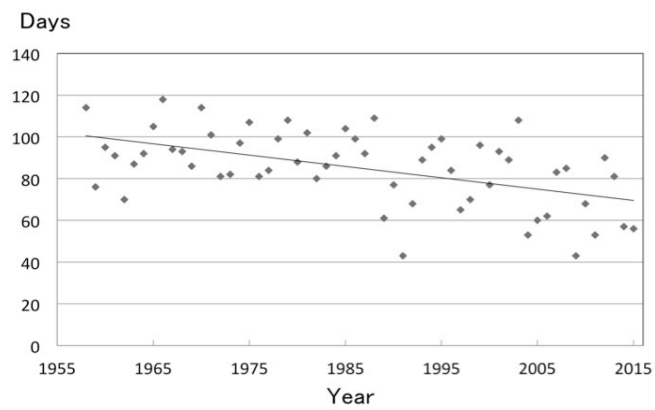


Рис.2. Динамика количества дней, отмеченных наличием морских дрейфующих льдов в городе Абасири (по статистическим данным Метеорологического Агентства Японии).

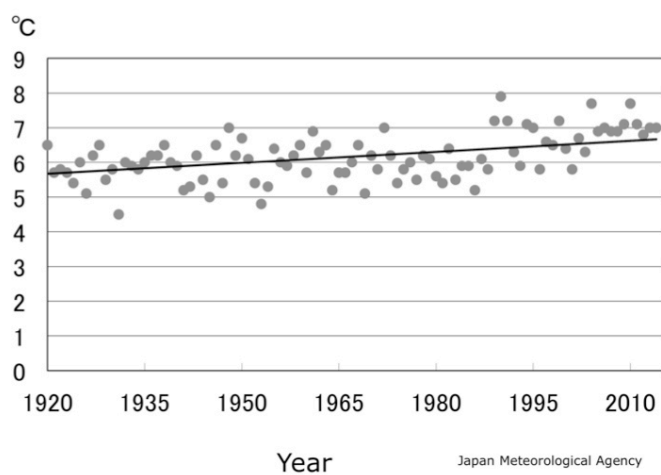


Рис.3. Динамика средних годовых температур воздуха в г. Абасири (по статистическим данным Метеорологического Агентства Японии).



Рис.4. Район с высокой плотностью оленей.



Рис.5. Истощенная медведица с медвежонком (2015).