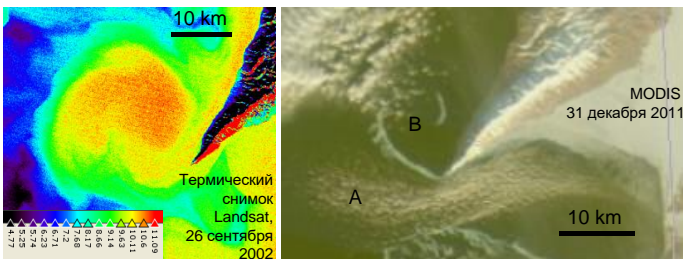


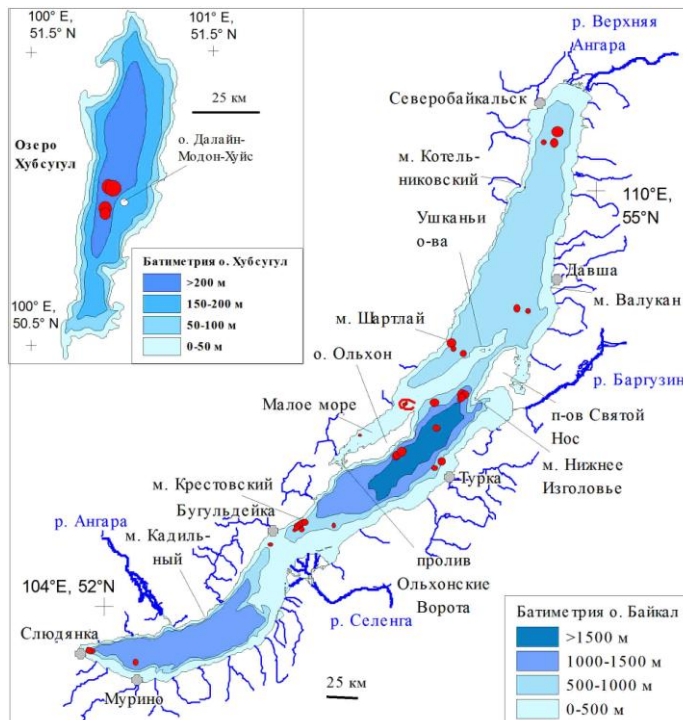
Зур. 8. Нижнее Изголовье хошууны тойргуудын хэсэг, 2014 оны 4-р сарын 3-4. Зүүн талд - мөсөн бүрхүүлийн доод хэсэгт зүү шиг хэлбэртэй мөсний талстууд (10-12 см урт талстууд). Баруун талд - хүч ба урсгалын чиглэл



Зур. 9. Нижнее Изголовье хошуунд антициклонийн усны эргэлт ихэвчлэн нуур хөлдөхөөс өмнө үүсдэг. Зүүн талд - дулаан эргүүлэг. Баруун талд - Баргузинскийн булангаас хүчтэй салхи үүл зөөвөрлөх (A) бөгөөд шинэ мөсөөр дүрсэлсэн эргүүлэг үүсгэсэн (B)



Зур. 10. А.Я. Сукнев, Буран нохой хоёр мөсөн доорх усны шинж чанарыг хэмжиж байна. 2010 оноос эхлэн Байгаль нуур, 2014 оноос Хөвсгөлд жил бүр мөсөн дээр хээрийн судалгаа хийж байна..



Зур. 11. 1973-2015 онуудын Байгаль болон Хөвсгөл нуурын мөсөн тойргууд (улаан дугуйнууд)

Тойргонд өртөх эрсдлийг хэрхэн бууруулах вэ?

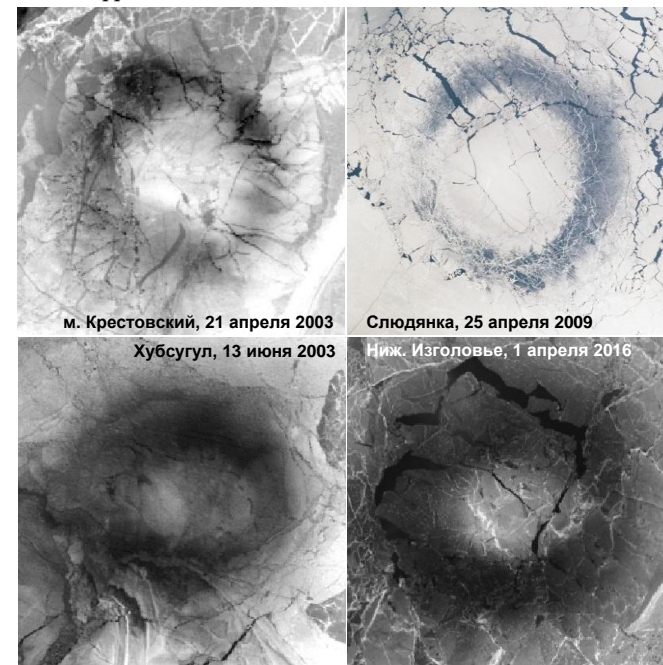
Хэрэв хар, цагаан хилийг илрүүлэхэд хялбар байдаг бол тойргуудын хэсэг нь ердийн харагддаг боловч түүний зузаан нь хамаагүй бага байдаг (Зур. 1). Бусад хэсгийн мөс нь хатуу байсан хэдий ч тойргууд ихэвчлэн үүсдэг газруудаас зайлсхийх хэрэгтэй (Зур. 11). Сансрын зураг дээр тойргууд гарч ирвэл цаг тухайд нь мэдэгдэх нь чухал юм. Өвлийн эхэн үед дулаан эргүүлгийг илрүүлж чадвал тойргуудын үүслийг урьдчилан таамаглах боломжтой боловч энэ нь өргөн цар хүрээтэй, нарийвчилсан хээрийн ажиглалтыг шаарддаг.

Илүү ихийг мэдэхийг хүсвэл.

Манай www.icerings.org сайтаар зочлоорой. Мөн та www.icerings.org сайтын “Ресурсы” хэсгээс Kouraev et al., *Limnology and Oceanography*, 2016, 2019, *The Cryosphere* 2021 зэрэг манай нийтлэлүүдээс илүү дэлгэрэнгүй мэдээллийг авах боломжтой.

Холбоо барих: Алексей Кураев
kouraev@legos.obs-mip.fr

Зур. 1. Байгаль болон Хөвсгөл нууруудын мөсөн тойргуудын жишээнүүд



БАЙГАЛЬ БОЛОН ХӨВСГӨЛИЙН МӨСӨН ТОЙРГУУД АСУУЛТААР, ХАРИУЛТААР МӨН ЗУРГААР



Зур. 2. Турилагатай жолооч хүртэл хэцүү зүйлтэй тулгарч болно. Нижнее Изголовье хошууны ойролцоох мөсөн тойрогт гацсан УАЗ, 2016 оны 3-р сарын 18. © А. Бекетов.

www.icerings.org

Мөсөн тойргууд гэж юу вэ?

Мөсөн дээрх эдгээр бараан тойргууд нь ойролцоогоор 5-7 км диаметртэй бөгөөд тойргуудын өргөн нь ойролцоогоор 1 км (Зур. 1). Тойргийн төв болон гадна талын мөс нь илүү зузаан, цагаан өнгөтэй байдаг бол тойргийн мөс нь бараан, нимгэн байдаг. Тэдгээр нь янз бүрийн газруудад, өөр өөр жилүүдэд тамааглах боломжгүй байдлаар үүсдэг.

Хэрхэн тойргуудыг харж болох вэ?

Мөсөн дээр эсвэл эрэг дээр зогсон харахад тойргууд нь хэтэрхий том юм. Гэхдээ тэдгээрийг онгоц, (илүү тодоор) хиймэл дагуул буюу өндрөөс сайн харах боломжтой.

Тойргууд хаанаас олддог вэ?

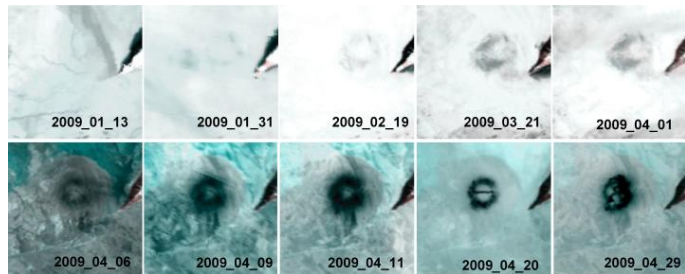
Мөсөн тойргуудыг анх Байгаль нуураас олж илрүүлсэн. Хиймэл дагуулын зургийн дүн шинжилгээнд үндэслэн бид 70 гаруй тойргуудыг (Зур. 11) – Байгаль нуураас гадна Монголын Хөвсгөл (1975, 2003, 2008, 2015 онуудад) мөн Алтайн Телецкое (2010) нууруудаас илрүүлсэн. Тэдгээр нь бусад нууруудад ч гэсэн байж болох ч хараахан олоогүй байна.

Энэ нь шинэ зүйл үү?

2002 оны сүүлээр өдөр тутмын MODIS хиймэл дагуулын зураг (өдөрт хоёр дүрс) гарч ирснээр тэдгээрийг ажиглахад хялбар болсон. Гэхдээ мөсөн тойргууд нь шинэ үзэгдэл биш юм. Бид 1969 оны хиймэл дагуулын зурагнаас тойргуудыг илрүүлсэн.

Тойргууд нь хэзээ, хаана үзэгддэг вэ?

Ихэвчлэн 4-р сарын хоёрдугаар хагаст ажиглагддаг (Хүс. 1, Зур. 3), гэхдээ тэд өмнө нь (1-р сарын 31) бас дараа нь (5-р сарын 26) үзэгдсэн. Ихэнхдээ тэд Байгаль нуурын Крестовский, Нижнее Изголоуве хошуу болон Хөвсгөл нуурын Модон Хүй Арал зэрэг газруудын ойролцоо бий болдог. Гэхдээ газрын зурагнаас харахад (Зур. 11) тэд Байгаль нуурын олон хэсгээр тааралддаг.



Зур. 3. 2009 оны Нижнее Изголоуве хошууны хэсгээрх мөсөн тойргуудын харагдах байдал (1-р сарын 31) ба тэдний хөгжил.

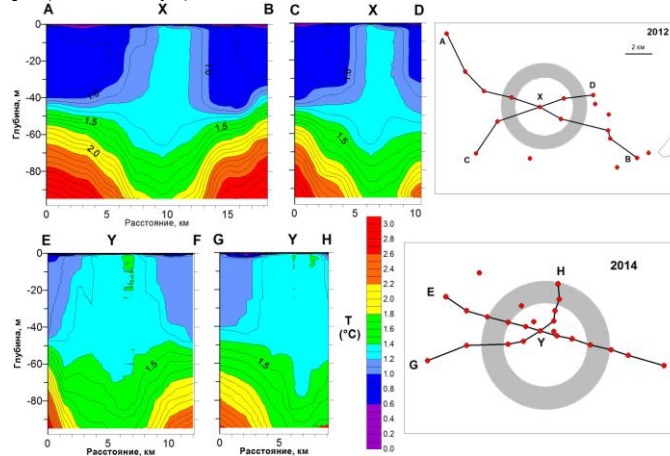
Юунаас тойргууд үүсдэг вэ?

Эхэндээ усны дээд давхарга дахь атмосферийн үйл ажиллагаа болон биологийн идэвхжил эсвэл үл мэдэгдэх нисдэг биет болон хоакс (тариан талбай дээрх дугуй дүрснүүд г.м) зэрэг олон таамаглал байсан. Доод хурдас

болон хийн гидратаас метан ялгарахтай холбоотой олон таамаглал байдаг. Гэсэн хэдий ч метан ялгарахтай холбоотой таамаглалууд нь бага гүн болон хий ялгардаггүй газруудаас олдсон тойргуудыг үүслийг бүрэн тайлбарлаж чадахгүй байгаа юм.

Энэ нь метан биш бол өөр юу вэ?

Бидний хээрийн хэмжилтээс харахад (Зур. 4) тойргууд үүсэхээс өмнө болон гарч ирэх үед мөсний доор дулаан антициклон (цагийн зүүний дагуу чиглэсэн) эргүүлэг бий болдог. Тэд давхар гүдгэр линзтэй төстэй, эргүүлгийн төвөөс ус (40-45 м гүн) дээш доош болдог.



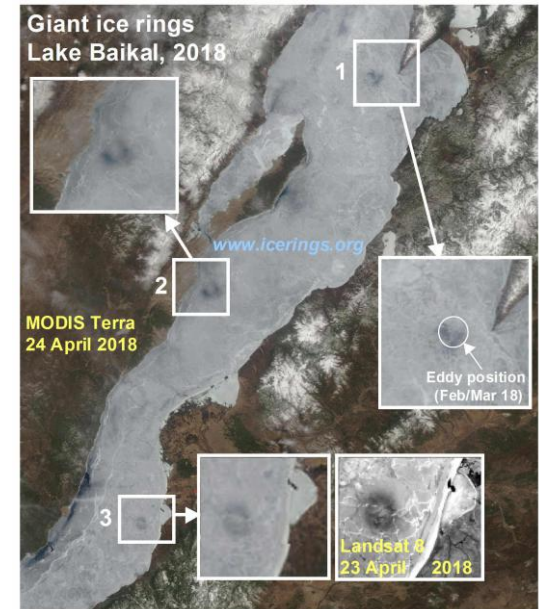
Зур. 4. 2012, 2014 оны 4-р сард Нижнее Изголоуве хошууны тойргуудын хэсэгт хийгдсэн ус судлалын хэмжилт. Зүүн талд - усны температурын босоо зүсэлт (°C), баруун талд - газрын зургын зүсэлт (тойргуудыг саарал өнгөөр харуулсан).

Эргүүлгүүд хэрхэн тойрог үүсэхэд хүргэдэг вэ?

Эргүүлгийн төв дэх урсгал нь сул байдаг бөгөөд мөсний доор илүү бүлээн ус байдаг ч гэсэн мөс нь бараг хайлдаггүй. Харин эргүүлгийн хил дээрх урсгал нь хүчтэй (Зур. 8) ба илүү бүлээн ус нь мөсийг идэвхтэй хайлахад хүргэдэг. Эхлээд мөсний доод хил дээр зүү шиг хэлбэртэй мөс үүсдэг, дараа нь мөс нь задарч уур, хагарал, задгай устай том талбайнууд үүсдэг. Мөсөн тойргууд нь мөсөн доорх эргүүлгүүдийн үйл ажиллагааны үр дүнгийн илрэл юм. 2016, 2018, 2019 онуудад экспедицийн ажлын үеэр эргүүлгийн байрлал нь хожим нь аварга том мөсөн тойргуудын байрлалтай яг таарч байсан (Зур. 5).

Эргүүлгүүд хаанаас үүсдэг вэ?

Хиймэл дагуулын зураг дээр үндэслэн бид Байгаль нуурын Нижнее Изголоуве хошууны хэсэгт (Зур. 9) хүчтэй салхи, урсгал, эргийн шугамын хэлбэрээс эргүүлэг үүсдэг болохыг олж мэдсэн. Мөсөн тойргуудыг үүсгэдэг эргүүлгүүд нь мөс үүсэхээс өмнө, намрын сүүлээр гарч ирдэг. Бусад газруудад өөр механизмтай байх боломжтой. Бид эдгээр асуултууд дээр үргэлжлүүлэн ажиллаж байгаа.



Зур. 5. 2018 оны хавар Байгаль нуур дээр нэгэн зэрэг гурван мөсөн тойргууд гарч ирсэн. Нижнее Изголоуве хошууны хувьд 2-р сарын дунд ба 3-р сарын сүүлээр хийгдсэн экспедицийн үеэрх эргүүлгийн байрлалыг мөн зааж өгсөн болно..



Зур. 6. Хөвсгөл дэх экспедиц, 2014 он



Зур. 7. Хөвсгөл, 2016 он