

# Cooperative Center for Resilience Research

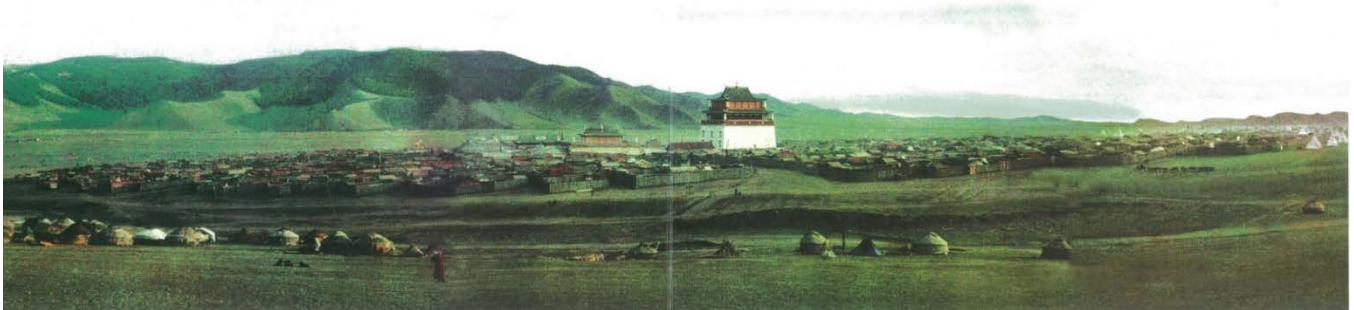
National University of Mongolia & Nagoya University, Japan  
scheduled to be established in 2015

## 設立趣旨

レジリエンスは、民族固有の文化や伝統を生かし、持続的な安全・安心社会を構築する上で重要な概念である。モンゴルや日本をはじめ多くの国は、未解決の自然災害問題、地球環境および都市問題に直面し、レジリエンスの観点から今後の社会構造・国土構造のあり方を検討する必要がある。この問題に関する長期的・俯瞰的な取り組みを進めるため、モンゴル国立大学と名古屋大学は共同研究センターを立ち上げ、これを支える人材育成を目指す。

## Үндэслэл

Resilience бол үндэстний соёл, уламжлалыг дээдэлж, тогтвортой аюулгүй, сэтгэл амар, тайван улс нийгмийг бүтээн байгуулахад нэн чухал ойлголт юм. Монгол улс, Япон улсаас эхлээд олон улс орон байгалийн гамшгийн асуудлууд, дэлхийн хүрээлэн буй орчин болон хотын асуудлууд гэх мэт бүрэн шийдвэрлэж чадахгүй байгаа олон асуудалтай нүүр тулсаар байгаа билээ. Өөрөөр хэлбэл хойшид нийгмийн тогтолцоо-газар төлөвлөлт ямар байх талаар Resilience гэх ойлголт хандлагын үүднээс хандах шаардлагатай байгаа юм. Энэ асуудалд урт хугацаанд, нухацтай хандах зорилгоор Монгол улсын их сургууль болон Нагоя их сургууль хамтдаа хамтарсан судалгааны төв байгуулж, бидэнд тулгараад байгаа асуудлуудыг шийдвэрлэж чадах боловсон хүчнийг бэлтгэхээр зорьж байна.



*Niislel Khuree, 1911*



*Onagawa, Miyagi Prefecture, Japan, 2011*

# モンゴルの大地震と活断層

## Large earthquakes and active faults in Mongolia

46億年前に地球ができて以来、様々な地殻変動が繰り返され、その結果、大地のいたるところに「断層」ができました。このうち最近もずれやすく、活動を繰り返しているものを「活断層」と呼びます。大きな地震は、こうした活断層がずれることによって起きます。

1905年にはモンゴル北西部でBulnai地震(M8.4)が起き、長さ400kmに及ぶ活断層が最大14mもずれたことが確認されています。長さもずれ量も、内陸の活断層としては世界最大とされています。地震の規模はM8.4に達し、断層に近い場所では大被害が出ました。同様に1957年には中央部のGobi-AltaiでもM8.2の地震が起きています。

地震にはこのように内陸の活断層がずれて起きるものと、プレート境界で起きるものがあります。プレートとは地球の表面を被う厚さ100km程度の岩盤のことで、地球全体はおよそ10枚程度のプレートに分かれていると考えられています。プレートとプレートの境界部では、衝突したりこすれ合ったりして地震が起きます。2011年3月に日本で起きた地震(東日本大震災)は、プレート境界地震でした。

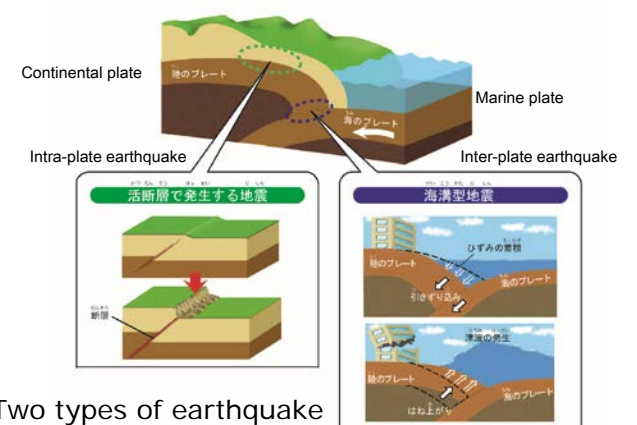
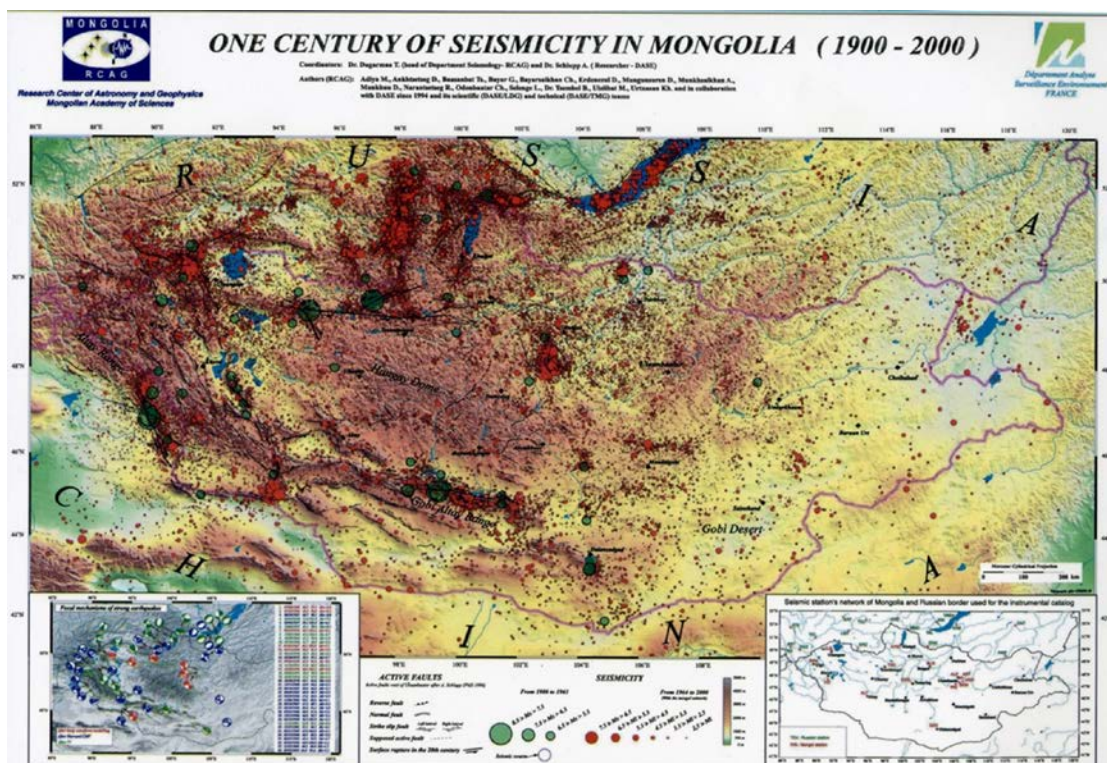
プレート境界に近いため地震が頻繁に起きる場所(例えば日本)もあれば、プレート境界からは離れているために地震は滅多に起きないけれど、起きると大地震になりやすい場所(例えばモンゴル)もあります。地震の特徴は場所ごとに異なりますから、特徴を考慮した地震対策が必要です。モンゴルにも地震対策が不可欠だということを忘れてはいけません。



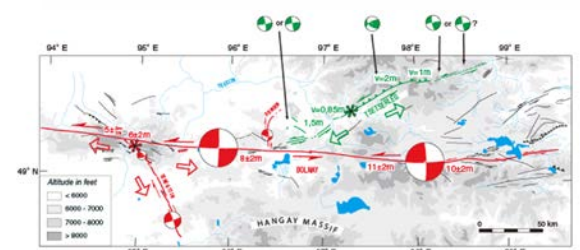
Bulnai earthquake fault



Gobi-Altai earthquake fault



Two types of earthquake



1905 Bulnai Earthquake and faulting (Scloop and Cisternas, 2007)

Since Earth formed around 4.6 billion years ago, repeated crustal movement has resulted in the formation of many faults in the ground. Some of these have been active even until the recent time, and they are called active faults; such faults can generate big earthquakes.

In 1905, an active fault resulted in the Bulnai Earthquake of magnitude 8.4 in northwestern Mongolia. The 400-km-long surface earthquake fault with a maximum displacement of 14 m is regarded the largest in the world. The area along the fault incurred very severe damage during the earthquake. Later, in 1957, the Gobi-Altai earthquake of magnitude 8.2 occurred in central Mongolia. This earthquake was generated by a 300-km-long active fault located along the foot of the Gobi-Altai Mountains.

Earthquakes are classified into two types. Intra-plate earthquakes result from active faulting in the inland shallow crust, while inter-plate earthquakes are caused by the sudden release of energy accompanying the elastic rebound of the crust. The surface of the earth separates into around 10 "plates," each about 100 km thick. The plate move slowly away from each other in different directions, resulting in collisions, subductions, or transform movements at their boundaries; these movements frequently generate earthquakes. The 2011 Great East Japan Earthquake of magnitude 9.0 is probably the most powerful of the inter-plate earthquakes that have occurred in the world.

Japan experiences earthquakes often since several plate boundaries are located close to Japan. Although Mongolia is located far from plate boundaries, large earthquakes do occur, albeit infrequently. In order to formulate countermeasures against the damage caused by earthquakes, it is necessary to understand the characteristics of seismic activity.



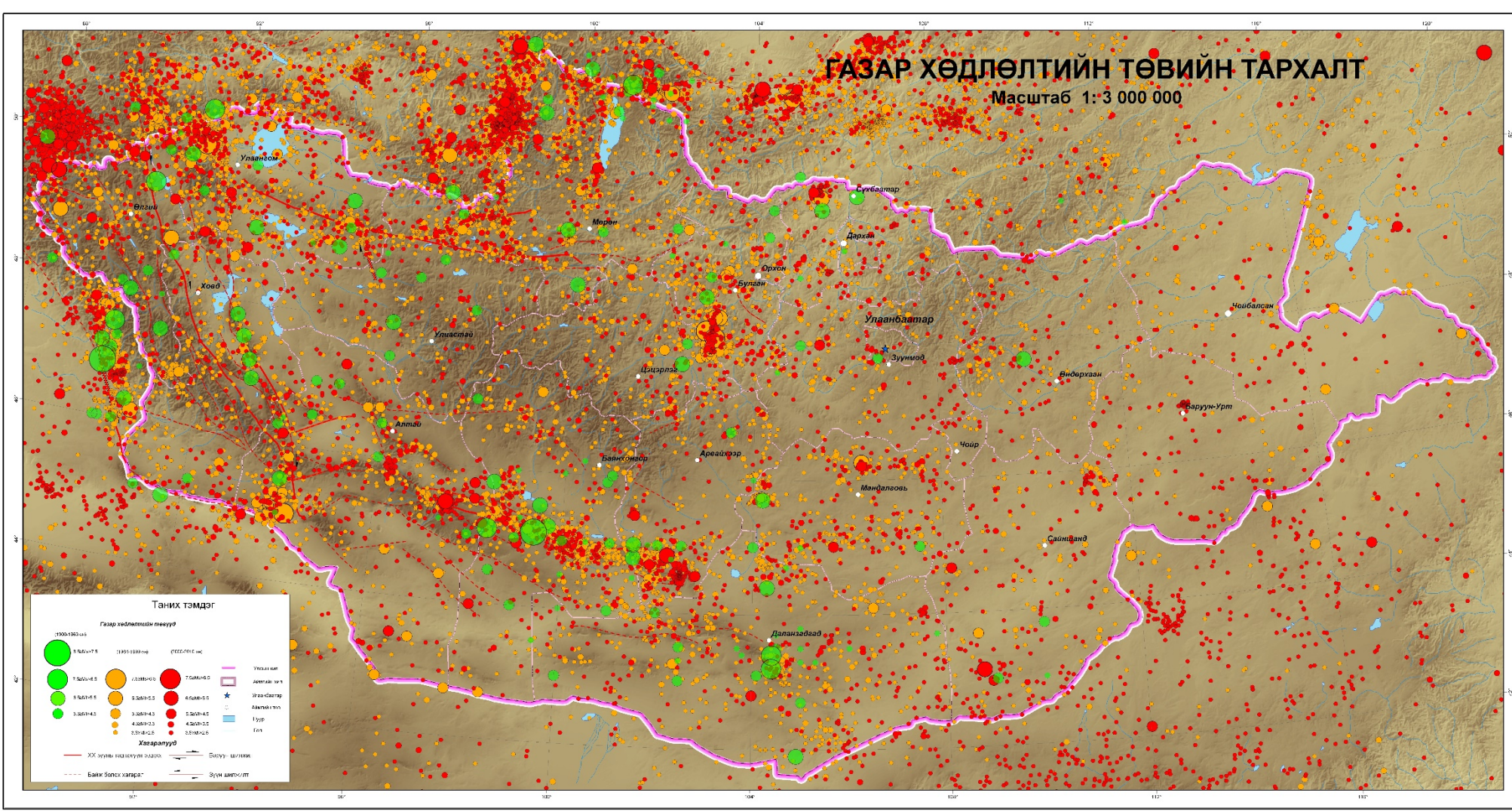
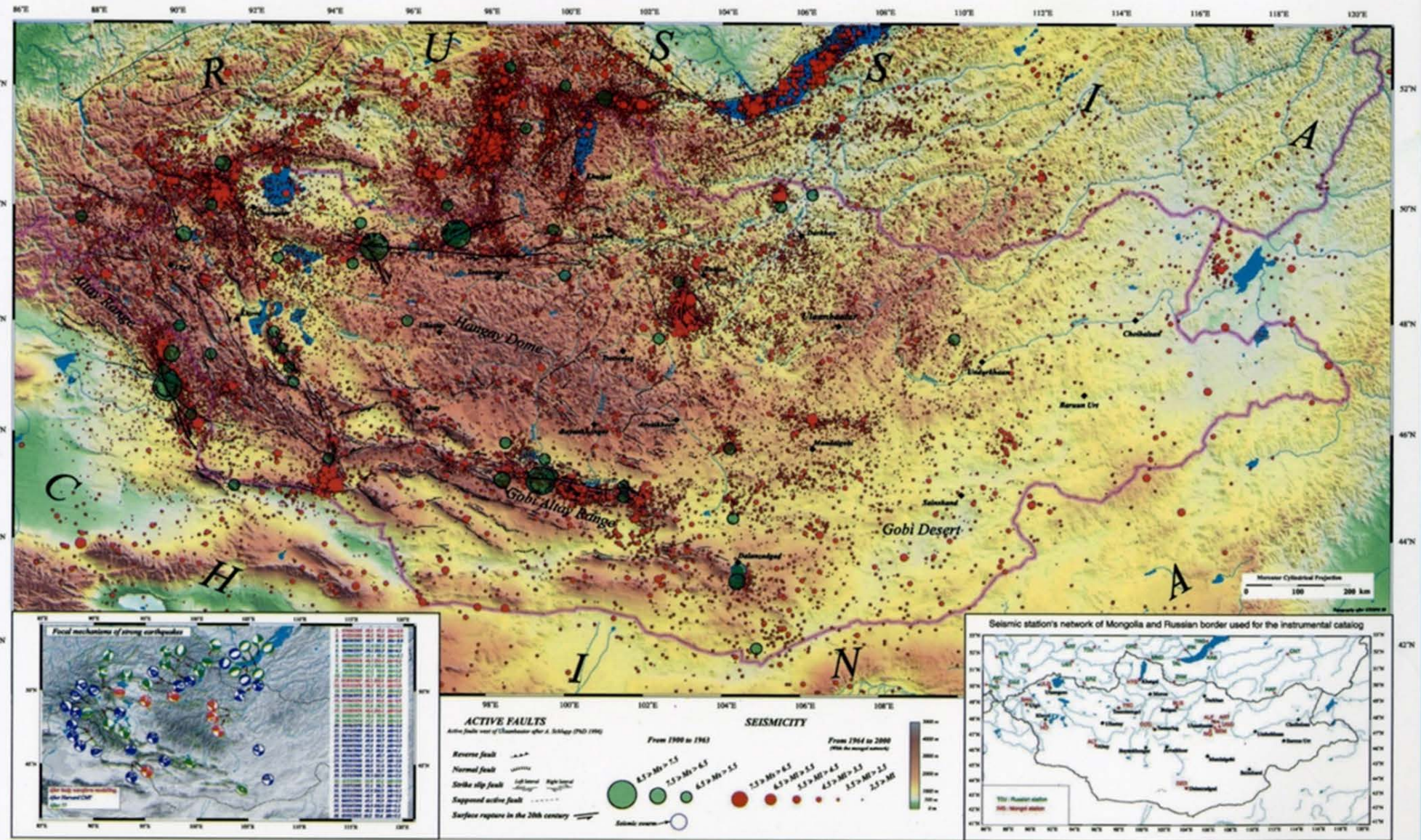
# ONE CENTURY OF SEISMICITY IN MONGOLIA (1900 - 2000)

Coordinators: Dr. Dagarma T. (head of Department Seismology- RCAG) and Dr. Schlupp A. (Researcher - DASE)

Authors (RCAG): Adiya M., Ankhetseg D., Baasanbat Ts., Bayar G., Bayarsaikhan Ch., Erdenezul D., Mungunuren D., Munkhsaikhan A., Munkhoo D., Narantsetseg R., Odonbaatar Ch., Solenge L., Dr. Tiembel R., Uulribat M., Urtussan Kh. and in collaboration with DASE since 1994 and its scientific (DASE/LDG) and technical (DASE/TMG) teams



Research Center of Astronomy and Geophysics  
Mongolian Academy of Sciences



# 2011年東日本大震災－プレート境界型巨大地震－

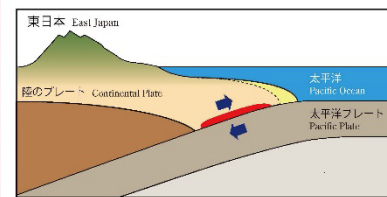
## The 2011 Great East Japan Earthquake - an inter-plate earthquake

2011年3月11日に日本の東北地方で巨大地震が起きました。東北地方の太平洋沖にはプレート境界があり、ここで太平洋プレートが日本列島の載る陸地のプレートの下へ日頃から少しずつ沈み込んでいます。その太平洋プレートが弾性反発によって一気に戻ることがあり、東日本大震災はその際に放出された膨大なエネルギーによって発生しました。

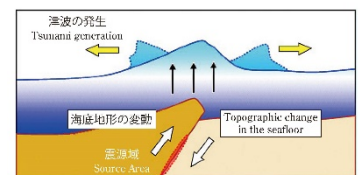
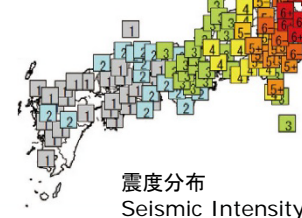
太平洋プレートの跳ね返りが海底で起きたため、海水も一気に持ち上げられ、やがて陸地に押し寄せました。これが津波と呼ばれる現象です。仙台や石巻などの海岸では3m以上も海面が高まり、それが30分以上続きましたから、内陸3～4kmまで海水が入ってしまいました。岩手県の海岸にはもっと高い波がぶつかり、最大40mも駆け上がった場所もありました。

福島県にも15m近い波が押し寄せ、海岸にあった東京電力福島第一原発は被害を受けました。長時間停電になったために使用済み核燃料を冷やすことができなくなり、2日後には爆発を招いてしまいました。爆発によって放出された放射能は広範囲を襲い、未だに25万人が避難を余儀なくされています。

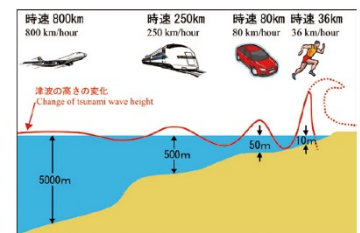
地震の規模はM9という世界最大級でした。南北500km以上の範囲で、激しい揺れによっても甚大な被害が出ました。東京をはじめとする大都市でも建物が壊れ、人命が失われ、長期間にわたって大混乱が起きました。日本は以前から地震を警戒してきましたが、この地震をきっかけにして、防災対策や防災教育の不足を痛感して見直しを図っています。



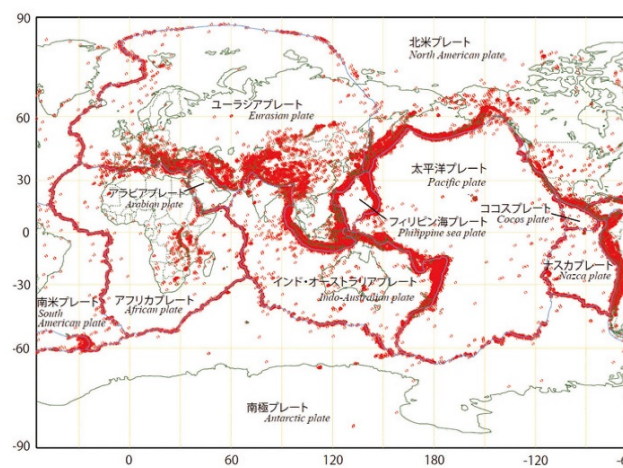
日本列島の東西断面  
E-W section of Japan Island



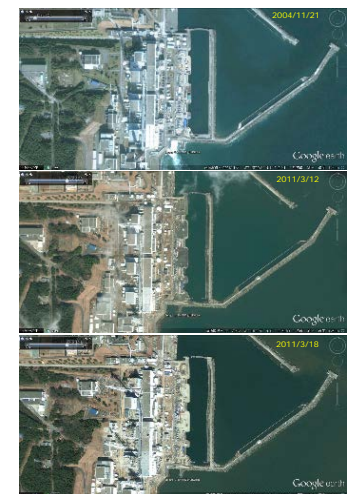
地震による津波の発生メカニズム図（海を横から見た図）  
Mechanism behind tsunami generation



津波の伝わる速度  
Tsunami propagation speed



世界の震央分布と主なプレート  
World distribution of earthquakes (based on USGS data)



福島第一原発  
Fukushima Nuclear Power plant



宮城県南三陸町(旧志津川町) Minami Sanriku, Miyagi Prefecture



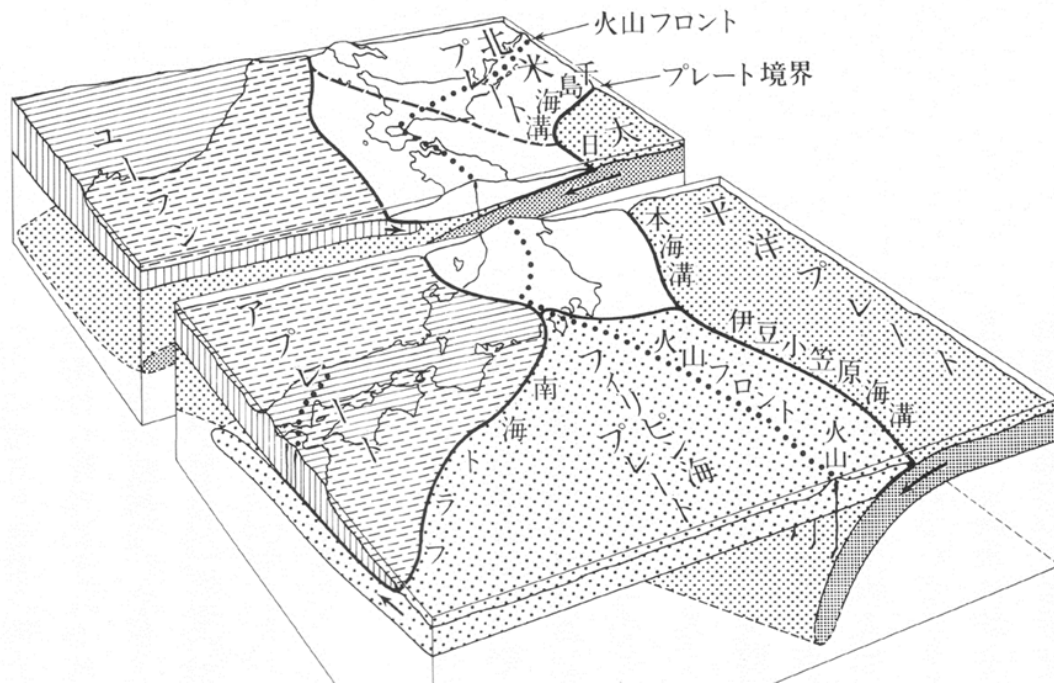
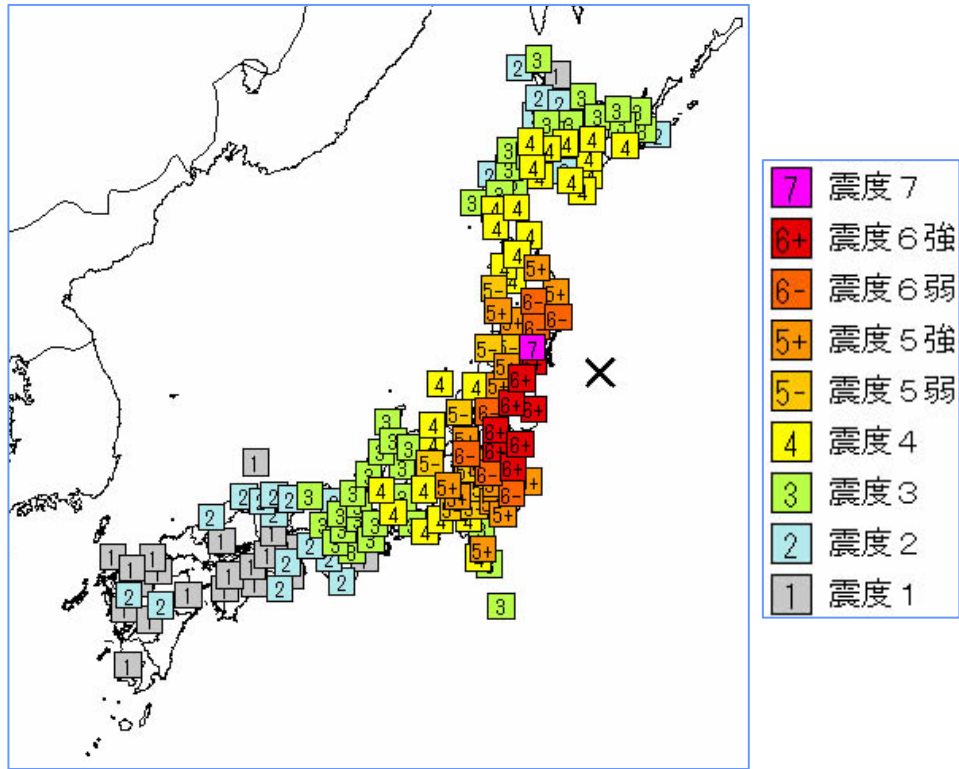
岩手県大槌町 Ootsuchi, Iwate Prefecture

On March 11, 2011, the 9.0-magnitude Great East Japan Earthquake and subsequent tsunami struck the eastern part of Japan, leaving 15,840 dead and another 3,926 missing. This earthquake occurred in the Pacific Ocean, offshore of northeast Japan; a plate boundary exists here, and the Pacific plate gradually subducts beneath the continental plate at this boundary. The large earthquake was caused by a rapid rebound that occurred there.

When the epicenter is located offshore, the seafloor may be displaced sufficiently to cause a tsunami. Tsunamis are long-wavelength sea waves produced by the sudden movement of large volumes of water. In the case of the tsunami that struck Japan on March 11, 2011, the sea level had risen by more than 3 m for half an hour, and hence, the marine water overran nearby coastal areas and invaded inland areas up to distances of 3–4 km from the coast. Additionally, two types of waves were observed in this tsunami—long-wavelength waves with low wave-height and short-wavelength waves whose wave height was about three times that of the former. The tsunami resulted in a run-up into the valley facing the Pacific Ocean with a maximum of altitude of 40 m.

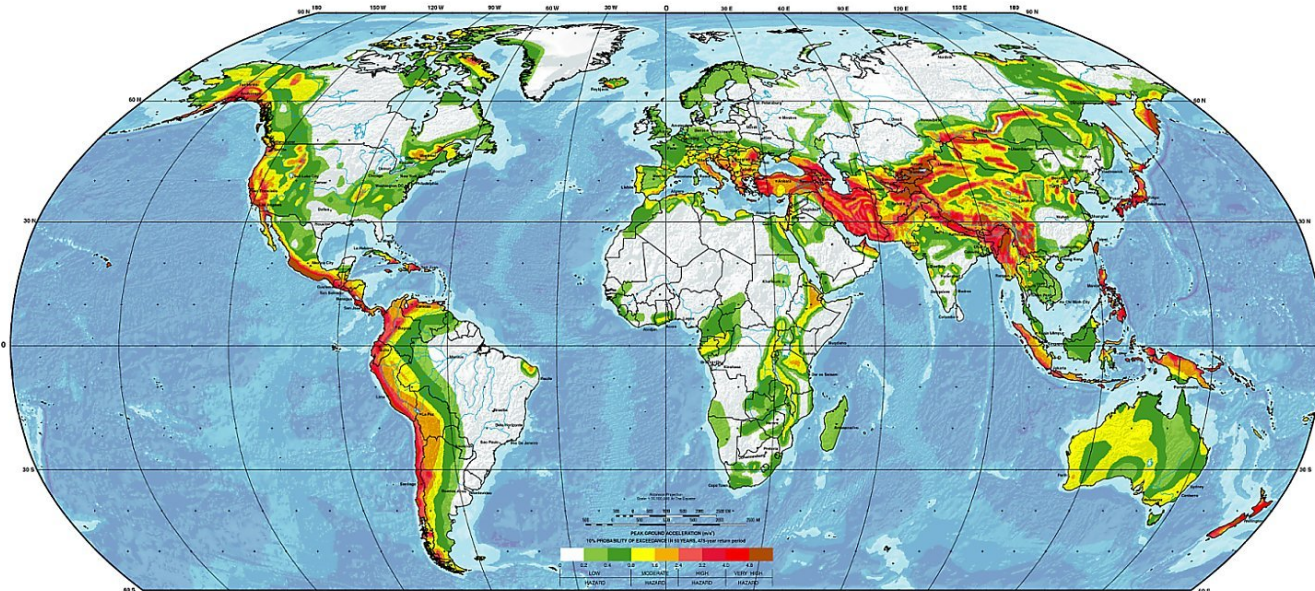
The Fukushima nuclear power plant was hit by 15-m-high tsunami waves, resulting in severe damage to the power plant. The electricity supply essential for cooling waste nuclear fuel was shutdown accidentally. This resulted in an explosion at the plant, and radioactive substances diffused into the atmosphere up to several kilometers from the plant. About 250,000 residents were evacuated from their own towns as of September 2014.

The region in east Japan, extending 500 km north–south, also experienced strong ground motion. Many buildings were damaged, and several people lost their lives even in Tokyo metropolis. Although Japan has had safeguards in place against damage resulting from earthquakes for a long time, the magnitude of the hazards posed by this earthquake shocked the people, and they struggled to deal with this difficult problem.



### GLOBAL SEISMIC HAZARD MAP

Produced by the Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP),  
 a demonstration project of the UN International Decade of Natural Disaster Reduction, conducted by the International Lithosphere Program.  
 Global map assembled by D. Giardini, G. Grötnah, K. Shedlock, and P. Zhang  
 1999



# ゾドとは

## What is Dzud ?

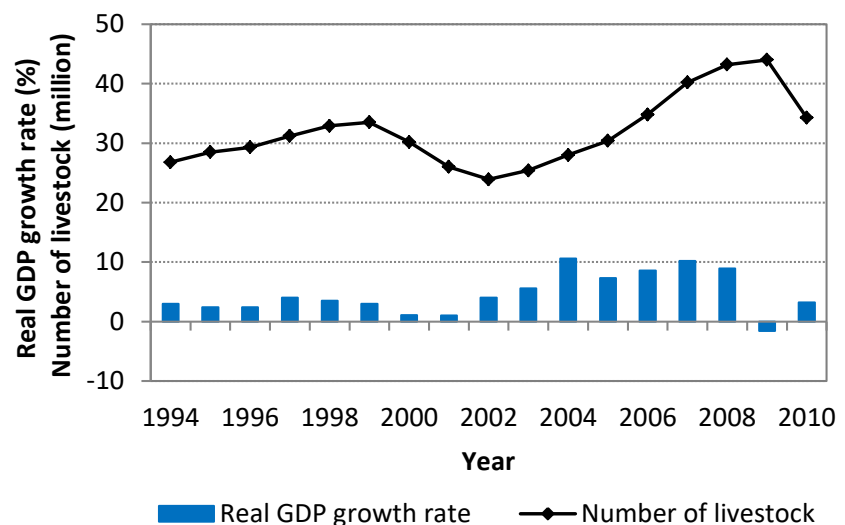
ユーラシア大陸東部の内陸に位置するモンゴル国は平均標高1580mの高原上にある。日平均気温が氷点下に下がるのは多くの地域で10～4月と半年以上にわたり、年降水量はモンゴル国平均で200～220mmと少なく、9割近くが暖候季に集中する。モンゴル国での自然災害の発生は、寒冷であると同時に乾燥である当地の厳しい気候と密接に関わっている。

ゾドとは、放牧されている家畜が大量に餓死する直接的な原因となる、冬・春の草地の地表面状態あるいは天候である。干ばつは農作物に被害を与えるだけでなく、牧草不足で家畜が栄養不良になるために次の寒候季にゾドの被害が出やすく、両者は切り離しては考えられない。一言にゾドといってもその原因はさまざまである。ゾドの分類は、寒候季に少なくとも数日以上連続して家畜が草や水を摂取できなくなり飢餓につながる、直接的な原因に基づいて行われている。主な原因は三つに分けられ、草地を覆う雪氷、牧草の欠乏、草地での草や水の摂取を阻むような数日続く悪天である。

モンゴルでは、就業人口の約35%、国内総生産の約15%を農牧業が占め、農牧業生産のおよそ四分之三を牧畜業が占めている(2011年)。図は家畜数と実質国内総生産の経年変化である。2000年代初めと2010年に両者とも顕著な減少がみられる。それぞれのイベントにおいて、家畜総数のおよそ三分の一、四分の一が死亡している。これらの原因は、直接的には寒候季のゾドであり、間接的にはゾドが発生した寒候季に先立つ夏の干ばつにより、牧草が減少したことである。



家畜囲いの柵から放牧されるのを待つヤギとヒツジ。早い積雪で根雪期間が長くなると、冬越えが厳しくなる(2006年9月 ボルガン県)。



家畜数(五畜合計)・実質国内総生産の成長率の経年変化。

In the coupled cold and arid climate of Mongolia, approximately 35% of the population of employees was engaged in stock farming during the year 2011. People living in rural areas are subjected not only to drought in the summer but also to another natural disaster in the winter. Harsh winter conditions can prevent livestock from accessing pastures and can result in a large number of livestock deaths. Even when winter conditions are comparatively moderate, if the pasture conditions are inadequate due to deficit in precipitation (e.g., drought) in the previous growing season, livestock may not survive the winter. In Mongolia, this type of disaster – a mass livestock loss directly induced by a harsh winter climate but often influenced by drought in the previous summer – is called a dzud. Dzud is experienced throughout central Asia.

In Mongolia, pastoral livestock husbandry has repeatedly suffered from drought and dzud. The dzuds during the three cold seasons of 1999–2002, that were accompanied by droughts, killed 11.2 million livestock, which accounts for about 33% of the total number of livestock for 1999. During 2009–2010, 10.3 million were killed due to dzud. These disasters impacted dramatically national-level economic conditions as clearly seen in the annual economic growth rate.

# ゾド対策

## Countermeasures against dzud

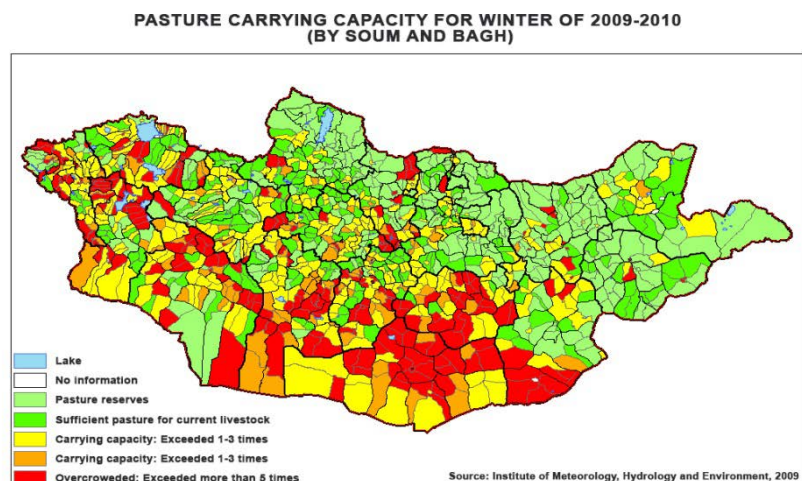
モンゴル国気象水文環境監視庁のなかにある気象水文研究所において、1970年代から続けられている土壌水分、植生、家畜に関する農業・牧畜気象観測システムは、経験に依存することの多かった遊牧技術を科学的に支えるべく作られた、きわめて独自性の高いものであり、干ばつ・ゾドの警戒に重要な役割を果たしてきた。

忍び寄る災害であるゾドは、深刻化する前に先行時間があるため、気候メモリとしての陸面状態(土壌水分、植生、積雪、家畜の状況など)を的確にモニタリングしていけば、災害予測と影響緩和が可能であり、このような視点から、早期警戒システムの構築の試みがなされている。この試みは国際協力機構(JICA)の技術協力プロジェクト「モンゴル国気象予測及びデータ解析のための人材育成プロジェクト」(2005年2月～2008年9月)のなかで取り組まれた。

このプロジェクトでは、GPSを利用してバイオマス観測地点の位置情報を得ることによって、従来より細かい村スケールの牧養力地図を作成した(下図)。かつては、そのような情報がなく郡内のデータを単に平均していた。新しい詳細な地図によって、牧民はより近いよい牧草地を探し、利用することができ、最終的には、家畜を最適に散らばらせ、牧畜圧の低減にもつながる。牧草地を広く薄く使うことは、もともと遊牧に備わっていた伝統知のひとつであり、われわれはこれを現代技術で助けているといえる。2005年に最初に作られたこの地図は現在でもモンゴル国で広く利用され、毎夏新聞にも発表されている。



放牧家畜は主に枯れ草を食べて冬を過ごす。草丈やバイオマス、家畜の数と種類、積雪深や積雪密度などの情報が、ゾド対策には重要になる(2005年1月 フスタイ国立公園)。



JICAプロジェクトで作成された牧養力地図(2009-2010年冬)。

Drought is a creeping phenomenon having a time-lagged carryover of anomalies in rainfall-soil moisture-pasture-livestock and eventually leading to a dzud. That is, lower-than normal precipitation leads finally to time-lagged lower-than-normal weight of livestock (health conditions) through the processes. Preparedness for dzud is ensured with the time lag that a drought in summer leads to a dzud in winter-spring. Monitoring and forecast of soil moisture and pasture is an essential need for the drought-dzud EWS. Mapping of pasture conditions in Mongolia was conducted under the Project for Development of Human Capacity for Weather Forecasting and Data Analysis in Mongolia by the Japan International Cooperation Agency (JICA).

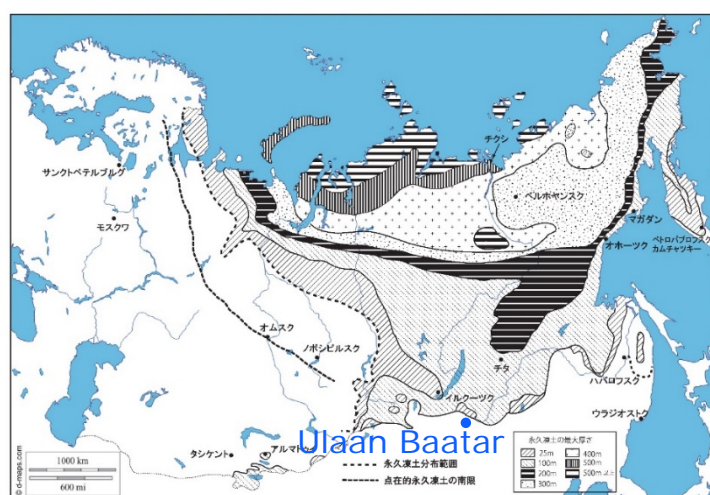
The project produced a map on a finer (village) spatial scale by collecting positional information for each pasture measurement by GPS. Previously, they did not have locational information for the pasture data and just averaged the data in a county (an administrative unit larger than a village). We provided GPSs with local agri-meteorological observers to collect such information. There is an advantage of this map in that more (but small) locations with good pasture conditions are identified on a village scale (compared with on a county scale) even by using the same data set. With this map, herders can be guided to a nearer good pastureland than the ones they had used before. The movements are dispersed to more areas and the resultant land-use pressure on good pastures will be mitigated. This mapped information will be crucial for an optimized use of pasturelands to prevent a localized land degradation due to a high grazing pressure. This map, that was for the first time produced in 2005, has been used up to the present widely in Mongolia and publicized every summer in a newspaper.

# 世界の永久凍土

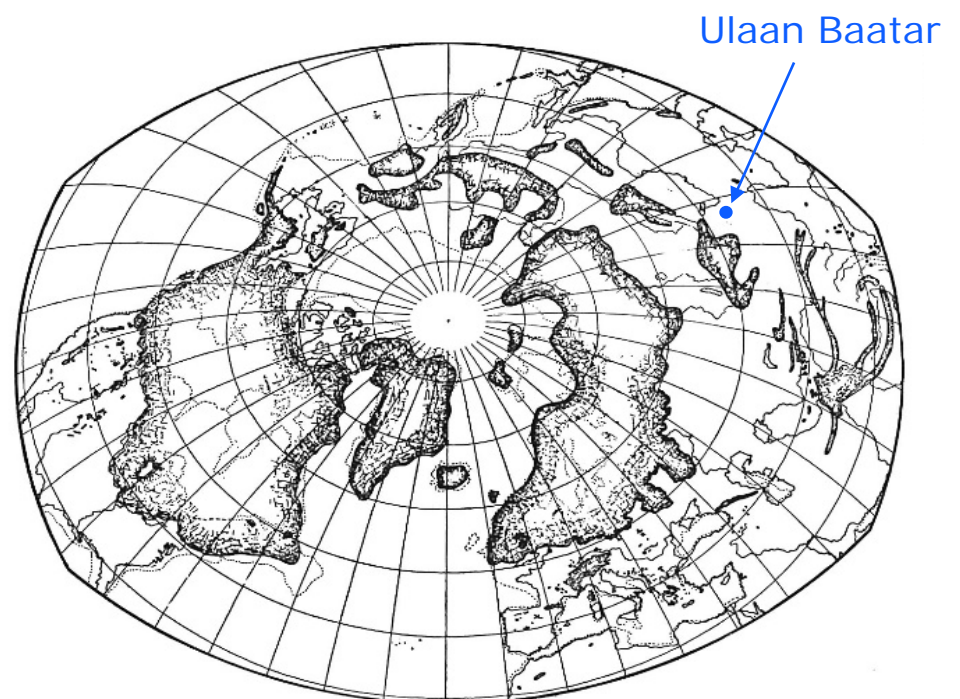
## Global permafrost distribution

永久凍土とは、2年以上温度が0°Cを上回らない土壌を意味する。永久凍土は、ユーラシア大陸北部（以下、北ユーラシア）、北米大陸北部、チベット高原に主に存在する。東シベリアを含む広い帯状の範囲で最大厚さが200m以上、東シベリアのレナ川流域の一部と北極海沿いで500m以上と非常に分厚い。西シベリアのオビ川流域の上流域や中流域には点状的に凍土が存在するのみで、永久凍土は下流域（北極海沿岸域）のみに分布する。

北ユーラシアの永久凍土がこのような分布に至った理由は、過去の氷床の分布に答えを見つけることができる。氷床は大気と地面とを断熱的に隔離するため、陸地が氷床に覆われると、冬などの寒い時期に地面は低温から守られる。逆に氷床が存在しないと地面は低温になり、凍土が発達しやすくなる。北ユーラシアは、最終氷期（約七万年前～一万三千年前）にスカンディナヴィア氷床に覆われていたが、東側には山脈氷河を除き、全域を覆う大陸氷床は存在しなかった。そのため、東シベリアには広範囲に分厚い永久凍土が存在するのだ。



Thickness of the permafrost in eastern Siberia (compiled by T. Hiyama)



Maximum extension of the Pleistocene ice sheets and ice caps (After E. Antevs and R.F. Flint)

Permafrost is the frozen soil at least for 2 years. Permafrost mainly distributes in northern Eurasia, northern North-America, and the Tibetan Plateau. Depth of the permafrost in northern Eurasia is from a few meters to 500 m and the deepest zone locates along the Arctic Ocean and in eastern Siberia. Distribution and the depth of the permafrost have been determined by those of glacier caps in the Quaternary (for the past around 2 Ma). Because glacier caps prevent heat exchange between surface soil and the atmosphere, permafrost develops at the region of annual temperature being less than 0 °C in case no glacier cap covers the ground surface. Because there has been no glacier cap in eastern Siberia, permafrost distributes very widely and deeply.

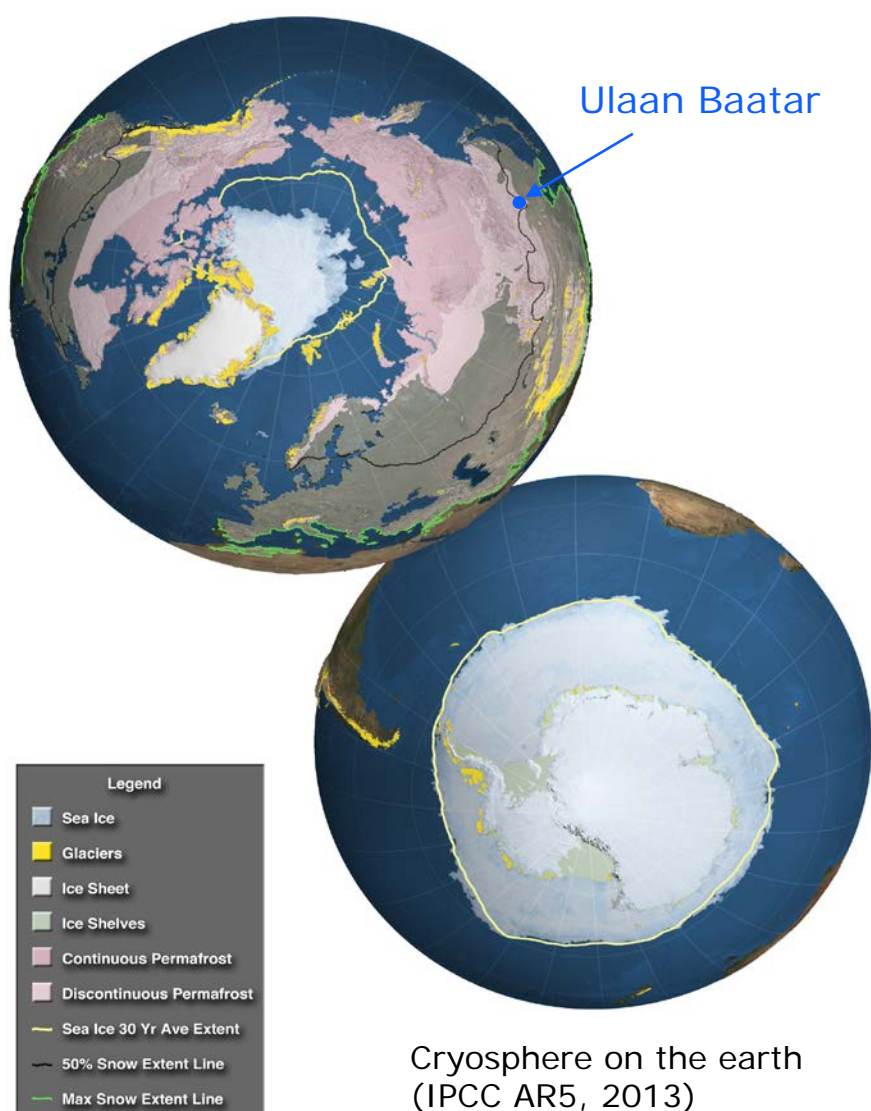


# 世界の永久凍土とモンゴルの特徴

## Global permafrost distribution and landscapes in Mongolia

東シベリアの南に位置するモンゴルの永久凍土に着目してみよう。草原の国として知られるモンゴルは、国土の約3分の2に永久凍土が分布する。そして寒い季節のみ凍土になる季節凍土も存在する。興味深いのは、モンゴル北部の山地では、北向き斜面に永久凍土が分布し、そこにカラマツが生育しているのに対し、南向き斜面には季節凍土があるだけで草原になっていることである。永久凍土の表層部分は、暖かい季節に0°C以上になることで活動層（融解層）が形成される。この活動層は、モンゴルのように少ない降水量でも土の中に水を保持してくれる。つまり北向き斜面では、カラマツが永久凍土を日射の暴露から守りつつ、活動層の中の水を使いながら生育することができるのだ。一方南向き斜面は日当たりが良く、温度が上がりやすいため永久凍土にはならず、土の中に水が保たれにくくなってカラマツが生育できないのだ。モンゴル北部の北向き斜面には、カラマツと永久凍土との間に、絶妙な共存関係が保たれていると言ってよい。

モンゴルでは、地球温暖化の進行によって凍土の温度上昇が進んでいる。このまま温暖化が進行していけば、いずれ北向き斜面の永久凍土も消滅しかねない。永久凍土が消滅してしまえば、そこにカラマツは生育できなくなる。そうすると、水・エネルギー循環が大きく変化し、モンゴルの気候が激変することになるかもしれない。



Cryosphere on the earth (IPCC AR5, 2013)



Typical landform "Pingo" formed by frozen soils beneath the surface in the northern Mongolia.

Permafrost also exists in Mongolia, with the area around two-thirds of the whole country. There are also seasonally frozen soils in this country. Interestingly in mountainous areas of northern Mongolia, permafrost is alive in the north-facing slopes, on which larch trees also be alive. On the contrary, no permafrost but seasonally frozen soil distributes in the south-facing slopes on which no larch forest occupies. This is because active layer (seasonally thawing layer) of the permafrost sustains soil water to be able to grow up larch trees and then larch forest prevents thawing of the permafrost with intercepting from exposure of sunlight. This means there is "coexistence" between permafrost and larch forest in north-facing slopes, and it has an important role to sustain forest landscapes in this region.

Permafrost (soil) temperature has been increasing partly owing to the global warming. If increasing rate of the soil temperature was kept or became higher, permafrost might change to seasonally frozen soil. Then it will derive destruction of coexistence between permafrost and larch forest in north-facing slopes. This is another form of "deforestation". Because regional climate might be changed due to deforestation, we should prevent destruction of the coexistence between permafrost and larch forest.

# モンゴルにおけるレジリエンスを考える

## Consideration on the Resilience of Mongolia

### ●モンゴル遊牧民の生活は、レジリエンスそのものである

天候や草の状態に常に注意を払い、災害の危険や社会状況の変化に応じて、家長の判断で迅速に移動する。

モンゴルの移動式住居ゲルは、長年の遊牧生活の知恵の結晶である。軽量でコンパクトにたためるため移動が容易で、地震にも強く、四季を通じて快適に過ごすことができる。

遊牧の「移動性」、厳しい自然の変化や社会状況の変化にすばやく対応する「柔軟さ(レジリエンス)」は、モンゴル人独特の生き方、考え方の基盤となってきた。こうした遊牧社会が培ってきた遊牧民の生活戦略は、都市部にも生きている。

### ●ゲル地区再開発計画

近代的なビルが立ち並ぶウランバートルのあちこちに、ゲル地区がある。近代都市と遊牧が融合したような光景は、世界の他の都市では見られない、ウランバートル独特の都市景観である。しかし、それが数年後には消滅するかもしれない。ゲルを撤去して集合住宅化する計画が進行しているからである。

ゲル地区の再開発が必要になった最大の理由は、上下水道や温水パイプなどの都市サービスの欠如によって、深刻な大気汚染やさまざまな都市問題を引き起こしているからである。ウランバートルの人口は年々増加して現在は130万人を超え、過密化によって十分な都市機能を果たせなくなってきた。経済成長著しいモンゴルは今、首都を改造する必要に迫られている。



### ●モンゴルのレジリエンスを都市計画に生かすには

遊牧民は、自然や社会状況の変化に柔軟に対応し、災害にもうまく対処し、家族・親族・友人間で協力して生活を営んできた。こうした遊牧社会が培ってきた「レジリエンスの知」を都市計画にどのように活かせるか？

ゲル地区の特色を活かしつつ、大気汚染などへの対策や快適な生活を確保できる方法をさぐるべきである。画一的ではなく、住民の希望に配慮した多様な形の再開発ができないものだろうか。それができれば、モンゴルの住民にとって大きなメリットになるだけでなく、世界の先進的な未来型都市のモデルとしても大きな意味を持つだろう。



The lifestyle of Mongolian nomadic herders is wholly resilient. Nomadic herders always pay attention to the weather and the condition of the grass, and they move quickly if they sense danger, or notice that a situation around them is changing for the worse. Mongolian movable dwellings, *Gers*, represent the wisdom of a longtime nomadic lifestyle. They are lightweight, foldable, and quakeproof, and comfortable in all seasons. *Mobility* is a key characteristic of their traditional nomadic lifestyle, as is their *resilience*, which is evidenced in their ability to adapt to severe changes in environment. The nomadic life strategy built up over thousands of years is still valid in the present time.

Many ger districts exist in Ulaan Bator surrounded by modern buildings. The scene of a modern city fused with nomadic life can never be seen in other cities of the world, and is unique to the cityscape of Ulaan Bator. However, this arrangement might disappear over the next several years, because a redevelopment plan is being advanced that will replace the gers with apartment houses. The lack of adequate city services, such as water supply, sewerage and hot water heating systems in the ger districts caused serious air pollution and other urban problems. This is the main reason redevelopment is necessary. The population of Ulaan Bator has risen and exceeded 1,300,000. Mongolia's rapid economic growth has necessitated the remodeling of its capital.

Facing such a situation, how can we use the wisdom of this nomadic society's knowledge of resilience for city planning? We should find a way to respect and use the traditional characteristics of a ger district. If this form of urban design can be accommodated, not only will it offer satisfaction to the Mongolian residents, but it will also have significance as a model for an advanced future city of the world.