



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

モンゴル国における最大の自然災害ゾドに関する研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2014-09-11 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: JIRIGALA メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/47825

モンゴル国における最大の 自然災害ゾドに関する研究

岐阜大学大学院連合農学研究科
生物環境科学
(岐阜大学)

JIRIGALA

モンゴル国における最大の
自然災害ゾドに関する研究

JIRIGALA

目次

I. 序論.....	1
II. ドルノド県におけるゾド被害を引き起こす気象要因の分析と評価....	3
1. 目的.....	3
2. ゾドの定義とゾドによる被害の分類.....	4
2.1 ゾドの定義と発生要因.....	4
2.2 ゾド被害の分類.....	5
3. 調査地の概要.....	6
3.1 ドルノド県の概要.....	6
3.2 気象の長期変動特性.....	9
3.3 家畜数の長期変動およびゾドの発生状況.....	11
4. 気象要因と家畜数変動の相関分析.....	14
4.1 気候学的要因の指標.....	14
4.2 気候指数とゾド発生との関係.....	15
4.3 斃死率の定義.....	18
4.4 気候指数と斃死率との関係.....	21
4.5 ゾド被害発生時の斃死率による指標化.....	25
5. まとめ.....	27
III. ドルノド県における五種畜の斃死と気象要因との関係.....	28
1. 目的.....	28

2.	対象地区の概要.....	30
2.1	対象地区の地理的条件.....	30
2.2	対象地区の気象条件.....	32
3.	五種畜の頭数と斃死率の長期変動.....	35
3.1	駱駝.....	35
3.2	馬.....	36
3.3	牛.....	36
3.4	羊.....	37
3.5	山羊.....	37
3.6	まとめ.....	42
4.	気象条件と斃死率の相関解析.....	44
4.1	五種畜ごとの相関解析.....	44
4.2	五種畜ごとの結果と考察.....	44
4.2.1	駱駝.....	44
4.2.2	馬.....	45
4.2.3	牛.....	45
4.2.4	羊および山羊.....	46
4.2.5	相関解析の総括.....	51
5.	まとめ.....	52
IV.	モンゴル高原におけるゾド被害の地域特性.....	54
1.	目的.....	54
2.	実証県の概要.....	57

2.1	高山, 砂漠性草原帯 (ホブト県)	57
2.2	森林, 森林草原帯 (アルハンガイ県)	64
2.3	平原帯 (ドルノド県)	58
2.4	砂漠性草原, 砂漠帯 (ウムヌゴビ県)	58
3.	気象条件	61
3.1	解析に使用した気象データ	61
3.2	気象条件の傾向	61
3.3	気象条件の経年変化	64
4.	家畜の頭数と斃死率の変動	66
4.1	家畜総頭数の変動	66
4.2	羊の総頭数と斃死率の経年変化	69
5.	気象条件と家畜斃死率の関係	74
5.1	斃死率と各月の気象条件との相関解析	74
5.2	解析結果	74
6.	まとめ	84
V. 総括		85
SUMMARY		88
謝辞		92
参考文献		94

I. 序論

モンゴルとは、「遊牧民でありアルタイ語族の一つであるモンゴル語を使用するモンゴル族が居住する,モンゴル高原およびその周辺を含む地帯の総称」であり,その中心に位置するのが現在のモンゴル国である.ここでは,共有化された空間でのみ成立しうる生活様式である遊牧により,ユーラシア大陸に広がる乾燥帯の東端に位置する高原において,数千年にわたり主要な経済活動としての牧畜生産が維持されてきた.

一般に遊牧とは,季節的移動を必要とする牧畜を意味している.すなわち,生来的に移動性を有している五種の家畜(羊,山羊,馬,牛,駱駝)を群れごと手もとに維持しつつ,家畜の移動により大地に対する集積的な投資を可能な限り小さくして,植生への負荷を臨機応変に加減し分散させ,環境を維持してきた.この季節的移動は,水場と草の分布が一致しない空間を高度に利用する極めて合理的な手段であったのである.

しかし,現在のモンゴル国では,20世紀末の民主化に続く市場経済化への移行過程で,それまで社会主義によって維持されてきたシステムの多くが崩壊した.人びとの生業であった遊牧も例外ではなく,移動を要とする牧畜のシステムを再び作り直すことにより,より高次の製品を作る産業へと転換すべく求められているのである.

すなわち,環境を保全しながら産業化を果たす遊牧の新たな道を模索するようモンゴル国は迫られているのであり,その場合の最大の課題が,ゾドに表象される自然災害への備えを科学的に追求し対策を確立することにある.ゾドによる家畜

の被害は深刻であり,歴史的にも枚挙にいとまがないが,近時でも 2000 年からの 3 年間で 967 万頭が,2009~2010 年には 800 万頭が斃死するという甚大な影響を被った。まさに,ゾド災害をいかに軽減させるかが,モンゴル国の将来を決定づける極めて重要な課題として立ち塞がっているのである。

以上の観点から,本論文はモンゴル国におけるゾド被害の軽減に向けて取り組むべき総合的対策を確立するために,まずはモンゴル国の東端に位置するドルノド県を対象に,ゾド被害を引き起こす気象要因の分析と評価を実施し,続いてこれを基に同県における 5 種畜の斃死と気象要因の関係を分析した。そして,この成果をモンゴル国全体での検証に役立たせることを目指し,4 牧畜区に区分された中からドルノド県を含む 4 実証県を選抜し,全県での主要家畜である羊を対象に斃死率と気象要因との関係を統計解析し,気象条件の変動による家畜被害の相違を地域特性から明らかにしようと試みたものである。

Ⅱ. ドルノド県におけるゾド被害を 引き起こす気象要因の分析と評価

1. 目的

モンゴル国で頻繁に発生する自然災害にガンやゾドがある。特にゾドは、遊牧民が所有する家畜に甚大な被害を及ぼすことがあり、結果として遊牧民の貧困や飢餓につながることが多い。ゾドは、モンゴル国内の異なる場所で毎年のように発生しているが、同じ場所での発生頻度は2～10年に1回と、地域によって大きく異なる(Natsagdorj and Dulamsuren, 2001)。また、モンゴル国全域で発生する大規模なゾドもあり、これまでに1944年、1954年、1956年、1967年、1976年、1993年、1996年の各冬から春にかけて発生している(塩見, 2001)。さらに、近年の地球規模の温暖化により、極域付近では気温の顕著な上昇が報告されており(IPCC, 2007)、実際にモンゴル国でも顕著な温暖化の傾向が見られる(Yatagai and Yasunari, 1994)。それにともない、ゾドの性質や強度が変化し、家畜被害も深刻化する傾向にあることが指摘されている(湊, 2003)。たとえば、1999年からは、3年連続でゾド被害が発生し、モンゴル全域において967万頭の家畜が斃死し、46%の牧畜民が被害を受けている(尾崎, 2006)。また、2009～10年のゾドによって、およそ3割に相当する800万頭以上の家畜を失っている(尾崎, 2011)。

しかし、災害一般にも言えるように、ゾドは単なる自然災害ではなく、気象条件という自然要因と、政策、社会制度、経済、砂漠化などの人為要因とが複合して発生するものであり、発生のプロセスは単純ではなく(湊, 2004)、未だ分析が不十分であるのが現状である。ゾド被害軽減のための適切な対処法をとるために

は、双方の要因の影響を明確にすることが必要不可欠である。そこで、本研究では、人為要因と自然要因とを区別することを目的として、主として気象条件が要因となってゾド被害が発生する条件を定量的に評価することを試みた。

2. ゾドの定義とゾドによる被害の分類

2.1 ゾドの定義と発生要因

「ゾド」は遊牧民によって使われている日常用語であり、古くは紀元前 72 年にまでさかのぼる (Natsagdorj and Dulamsuren, 2001)。現在も、遊牧民自身は、「冬春季に牧草や飲用水の欠乏のため、家畜が痩せ大量に死亡するに至る自然条件」に対して、「ゾド」という用語を用いている (Natsagdorj and Dulamsuren, 2001)。一方、わが国の多くの文献の中では「ゾド」は「雪害」(バトゥール, 2005) あるいは「寒雪害」(尾崎, 2011) などと訳され、冬春季の劣悪な気象条件によって家畜が大量に斃死することを指す。このように、「ゾド」に対する統一した定義はないが、極端な自然条件による家畜の斃死自体を指す場合と、被害を引き起こす自然条件のみを指す場合とに区分することができる (塩見, 2001)。

冬季の多雪や低温といった自然条件はゾドの重要な発生要因と考えられるが、多雪や低温に襲われた地域から家畜を避難させることができればゾドは発生しない。したがって、たとえ冬季の気象条件が悪くても、家畜の斃死数が増加するとは限らない。また、家畜の種類によっても移動や採食能力が異なるため、家畜ごとにゾド被害の程度が異なることも予想される。他方、草原の植生成長量や気象状況を勘案し、家畜頭数や家畜構成を人為的にコントロールするなどして、ゾド被害を積極的に最小化しようとする社会的対応が見られる。こういった遊牧民の経験知は「遊牧知」(篠田, 2007) とも言われ、草原環境の保全に寄与してきたこ

とも指摘されている。つまり、気象条件の変動から一方的に影響を受けるわけではなく、気象条件の影響を緩和するように遊牧知は発達してきた。しかし、遊牧民による社会的対応の限界を超えるような事態が発生したときに、ゾドが発生すると考えられる。

2.2 ゾド被害の分類

前述のように、冬季の家畜飼育に十分な餌資源を確保できないことが家畜斃死の直接要因である。この事態が発生するのは、

(i) 牧草の不足

(ii) 牧草があっても正常に利用できない

のどちらか、あるいは双方が複合して発生するときである。この事態が発生する要因に応じ、ゾド被害には以下に示す7つの異なる呼称が当てられている。(i)の要因に対しては次の2種の呼称がある。

① 「ガン・ゾド」：夏季に干害（ガン）が発生し草原の牧草成長が悪くなり、牧草が早く不足し、冬春季に牧畜が餓死することにより発生するゾド（小沢，1995）。

② 「トーライン・ゾド」（蹄の災害）：牧草が正常に成長しても、他地域から家畜の移入による過放牧が原因で発生するゾド。家畜の蹄で草原が荒らされることからこのように呼ばれている（小宮山，2005）。

次に、(ii)の要因に対して5種の呼称がある。

③ 「ツァガン・ゾド」（白い災害）：多雪により家畜が採食困難となることで発生するゾド。積雪により一面が白くなることからこのように呼ばれる。

- ④ 「シリン・ゾド」(ガラス災害)：季節はずれの融雪と再凍結などにより、牧草が氷の薄い層に覆われて家畜が採食できなくなり発生するゾド。凍結の硬さを表現して「ティムル・ゾド」(鉄災害)ともいう(小宮山, 2005)。
- ⑤ 「フィテン・ゾド」(寒い災害)：極度に寒冷な日が長期継続することにより発生するゾド(小宮山, 2005)。
- ⑥ 「シールガ・ゾド」(風害)：長期間の暴風(嵐)により発生するゾド(尾崎, 2003)。
- ⑦ 「ハラ・ゾド」(黒い災害)：冬春季の無降雪が原因で水不足により発生するゾド。積雪がなく表土が黒く見えることからこのように言われる(小沢, 1995)。

これらのうち②以外はゾド被害を発生させる自然要因に言及したものであり、本研究ではその中でも主に気温と降水量の異常値によって発生する①「ガン・ゾド」、③「ツァガン・ゾド」、⑤「フィテン・ゾド」、⑦「ハラ・ゾド」について検討する。

3. 調査地の概要

3.1 ドルノド県の概要

モンゴルの最東端に位置し、隣接するヘンティ県およびスフバートル県とともにモンゴルの東部地域とされるドルノド県 (**Fig. II-1**) が研究対象地である。ドルノド県は、面積 12.4 万 km²、人口 7.5 万人、家畜頭数 145 万頭 (2009 年) を有する。標高 600~800m の起伏の少ない平原をなしており、平均標高が 1,500m を超えるモンゴル国の中では低標高に位置する。そのため、平均気温は 1 月に -22.7°C、

7月に20.3°Cとモンゴル中北部と比較して月別平均気温が2°C程度高い。また、年間降水量は270mm程度であり、モンゴル南部のゴビ地方と比べて降水量も多い。このように当県は比較的気象条件に恵まれていることから広域に広がる草原を利用して伝統的に羊や馬の放牧が盛んであり、またモンゴル国内でもゾドによる被害の発生頻度が少ない地域である(Templer et al., 1993)。以上のことから、本県は地形の起伏が少なく地区内の気象条件がほぼ均一であること、また、以前から遊牧がさかんに行われていることから、気象条件の年間変動と家畜の斃死との関係を解析するのに適していると判断し、対象地区とした。



Fig. II-1 ドルノド県の位置図
The location of Dornod prefecture in Mongolia

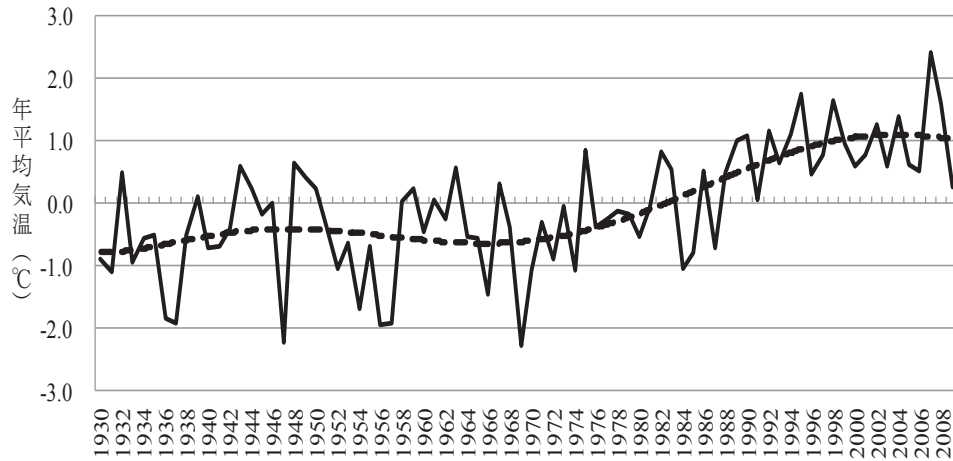
3.2 気象の長期変動特性

CRUTS3.1 (University of East Anglia Climatic Research Unit (CRU) [Phil Jones, Ian Harris], 2008) を用いて整理したドルノド県における長期の気象変動特性を示す。CRUTS3.1 は、地上観測データにもとづき統計的な内挿を施して算出された全球をカバーする月単位の長期気象データセットである (Mitchel, 2005)。空間解像度 0.5° で 1901~2009 年の期間で整備されている。このデータセットからドルノド県の県域に含まれる 66 地点の月平均気温および月降水量を抽出し、算術平均値を求めて県の代表値とした。また、降雨の大部分が降る 6~8 月を夏季、月平均気温が氷点下を記録する 10~翌年 3 月を冬季と便宜的に定義した。

1930~2009 年の期間における気温および降水量の変動を **Fig. II-2(a)** および **Fig. II-2 (b)** に示す。年間平均気温 (**Fig.2 II-2(a)**) は傾向線から約 $\pm 1^\circ\text{C}$ 程度の変動幅が見られる。1970 年代から一貫して上昇し、1930 年の約 -0.8°C と比較すると 2000 年代の平均値は約 1.2°C と約 2.0°C の上昇が確認できる。これは、夏季の平均温度が 1980 年の 18°C から 2008 年の 20°C へと 2°C 上昇したことで、冬季の平均気温が 1940 年の -22.0°C から 2009 年の -19.5°C まで 2.5°C 上昇したことが寄与している。

一方、年間降水量 (**Fig. II-2(b)**) は年々変動が大きく、平均 280mm 前後の傾向線から約 $\pm 80\text{mm}$ 程度の変動幅が見られる。長期的には 1990 年頃から一貫して減少し、この 20 年間に約 80mm 程度、それまでの年降水量の 30~40% 程度減少している。これには、夏季降雨量が 1990 年までは 200mm 前後で推移していたのに対して 2008 年には 130mm まで急激に減少したことが大きく寄与している。以上より、近年では、顕著な気温上昇と夏季降雨量の減少が見られることが、ドルノド県の気象条件の特徴と言える。

(a) 年平均気温の変動
The change of annual average air temperature



(b) 年間降水量の変動
The change of annual precipitation

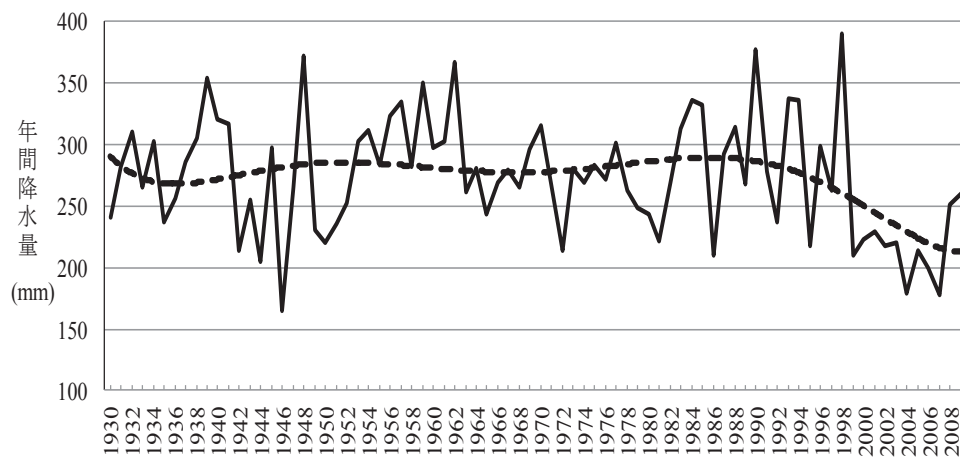


Fig. II-2 ドルノド県における気候条件の年間変動 (1930~2009年)
The change of climate conditions in Dornod prefecture (1930-2009)

3.3 家畜数の長期変動およびゾドの発生状況

モンゴル国では毎年12月7日～15日の期間に全国の牧畜業の年度状況が政府によって集計され、あわせてゾド被害が記録される。モンゴル科学アカデミーから提供されたこれらのデータを用いてドルノド県における畜種別頭数の年変化およびゾドの発生年を整理したものを **Fig. II-3** に示す。以下ではモンゴル国における社会制度の変化を3時期に区分して家畜数の長期変動とゾドの発生状況を概観する。

第Ⅰ期 社会主義体制への移行期：1942～1961年

モンゴル国の社会主義化により、富裕な遊牧民および寺が所有していた家畜がすべての遊牧民に再配分され、1960年までに全国20万戸の遊牧民すべてがネグデルに加入した。ネグデルとは政府主導で組織化が進められた農牧業共同組合を指し、牧民が農業生産と販売を共同で行う組織である。家畜総数は1953年までは増加し、その後明らかな減少をみせている。ドルノド県で発生したゾドは、1944～45年の全国的なゾドを含め計8回であり、発生頻度は2.5年に1回である。

第Ⅱ期 コメコンへの加入：1962～1991年

1962年からモンゴル国は旧ソ連および東欧社会主義国家が参加するコメコン (COMmunist ECONomic community: COMECON) に加入し農業部門の強化が図られるようになった。これにより農業従事者は1940年代の0.4%から1960年代の16%、1985年になると36.7%を占め穀物輸出国に転じている(バトゥール, 2004)。しかし、牧畜業はモンゴル国の根幹産業を維持し続けた。発生したゾドは計7回であり、発生頻度は4.3年に1回である。

第Ⅲ期 市場経済化・私有経営への移行期：1991～2010年

ソ連崩壊に伴うコメコンの解散により、牧農業の主な生産組織であった国営農

場やネグデルも崩壊し、私有財産化と急速な市場経済化が進められた。東部地域における遊牧民数は1990年の16,500人から2000年には45,200人へと約3倍に急増している（白須，2003）。家畜総数の増減も激しく、1995年までの減少と一転した増加により2008年までに147.6万頭に達している。海外市場で取引されるモンゴル・カシミヤの増産のために、山羊の頭数が顕著に増加したことが増加の主要因である（バトゥール，2004; Saizen, 2010）。2008年および2009年に発生した大きなゾドを含め計7回のゾドが発生しており、発生頻度は、2.9年に1回である。モンゴル国は過去70年間の間に社会体制の大きな変化を2回経験した。この社会主義への移行期（第Ⅰ期）および市場経済化期（第Ⅲ期）には、ゾドの発生頻度も増加しており、社会体制の変化も少なからずゾドに影響していることが示唆される。

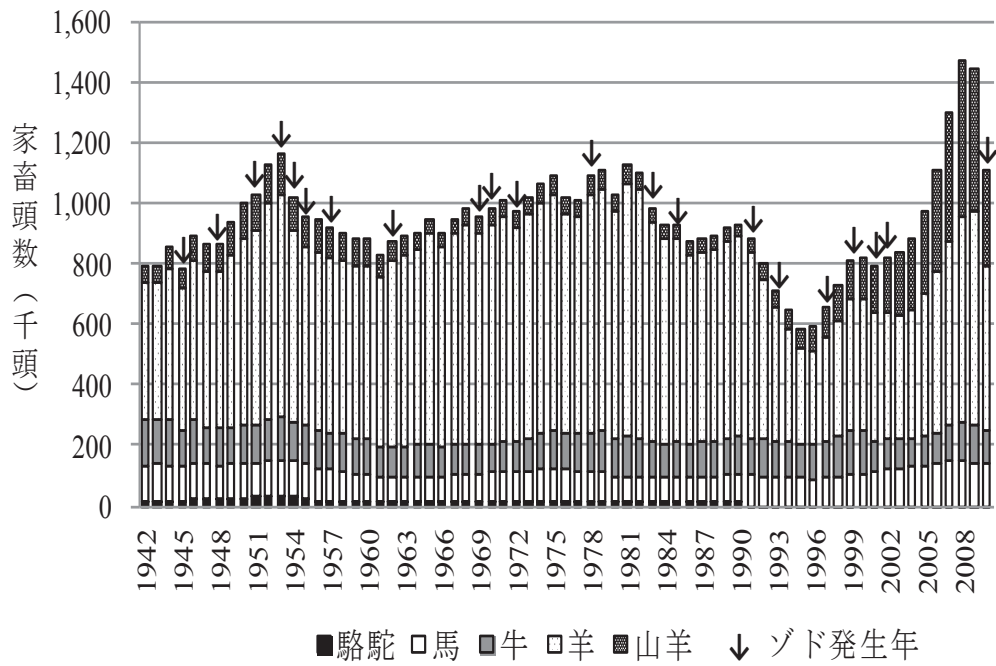


Fig. II-3 ドロノド県の畜別頭数の推移 (1942～2010年)

The number of each livestock in Dornod prefecture (1942-2010)

4. 気象要因と家畜数変動の相関分析

4.1 気候学的要因の指標

これまでも、ゾドに対する気候要因の分析は多くなされてきた（森永, 2005 ; Bolortsetseg, 1996; Dagvadorj, 2009). その中でも, モンゴル国気象水文研究所により年間気候指数 S が提案されている (Natsagdorj and Dulamsuren, 2001).

$$S = S_s - S_w \quad (1)$$

ここで, $S_s = \Delta T_s - \Delta R_s$, $S_w = \Delta T_w - \Delta R_w$ と定義され, それぞれ夏季気候指数, 冬季気候指数と呼ばれる. S_s を構成する右辺成分は次式により定義される.

$$\Delta T_s = (T_s - T_{sm}) / \sigma T_s \quad (2)$$

$$\Delta R_s = (R_s - R_{sm}) / \sigma R_s \quad (3)$$

ここで, T_s : 各年の夏季 (6~8 月) 平均気温, T_{sm} : 計算期間における T_s の平均値, σT_s : 計算期間における T_s の標準偏差をあらわす. また, R_s : 各年の夏季降水量, R_{sm} : 計算期間における R_s の平均値, σR_s : 計算期間における R_s の標準偏差をあらわす. 同様に, 冬季気候指数は次式により定義される.

$$\Delta T_w = (T_w - T_{wm}) / \sigma T_w \quad (4)$$

$$\Delta R_w = (R_w - R_{wm}) / \sigma R_w \quad (5)$$

ここで, T_w : 各年の冬季 (10~翌年 3 月) 平均気温, T_{wm} : 計算期間における T_w の平均値, σT_w : 計算期間における T_w の標準偏差をあらわす. また, R_w : 各年

の冬季降水量, R_{wm} : 計算期間における R_w の平均値, σR_w : 計算期間における R_w の標準偏差をあらわす.

このように定義された年間気候指数 S は, ゾド被害の発生に関連すると考えられる気温と降水量の寡多を夏季および冬季それぞれに正規化して指標化したものである. 高温少雨の程度が大きいほど S_s の値が大きくなり, 低温多雪の程度が大きいほど S_w の値が小さくなるため, 総じて S の値が大きいほどゾド被害が大きくなることを意味する.

4.2 気候指数とゾド発生との関係

1942~2009 年におけるドルノド県における S の変動を **Fig. II-4** に示す. 1990 年以降急激に S の値が増加していることが大きな特徴である. ドルノド県の長期気象変動特性からも明らかなように, 夏季降水量の顕著な減少が S の増加に寄与している. このことは, 1990 年以降, ゾド被害の間接的な原因となりうるガンが発生しやすい気象条件となっていることを示唆するものである.

さらにゾドの記録が存在する 1942~2009 年の期間における各年の S を S_s と S_w 成分に区分し, プロットしたものを **Fig. II-5** に示す. 図中では, ゾドの記録があった年を●で示した. 各象限は, 夏季に高温少雨・冬季に高温少雪 (第 1 象限), 夏季に低温多雨・冬季に高温少雨 (第 2 象限), 下に低温多雨・冬季に低温多雪 (第 3 象限), 夏季に高温少雨・冬季に低温多雪 (第 4 象限) を表す. 各象限に, ほぼ均等にデータが分布しているのに対して, ゾド発生年の分布は, 各象限に 2, 4, 7, 8 回と偏りが見られる. 特に冬季の低温多雪に該当する第 3 象限・第 4 象限では 36 点のうち 15 点がゾド発生年に相当し, 冬季の低温多雪がゾドの最も大きな規定要因であることが示唆された.

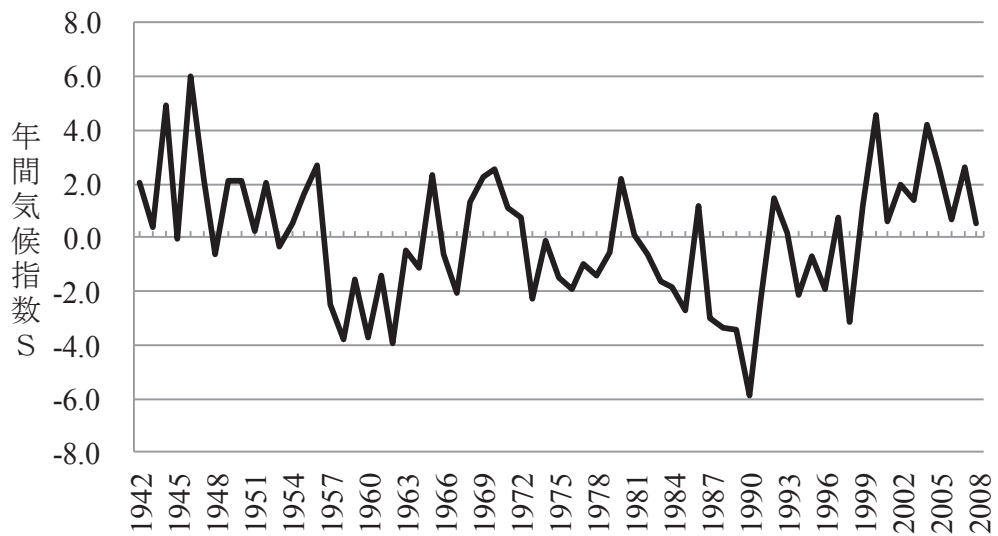


Fig. II-4 年間気候指数の変動 (1942~2009年)

The change of total climate index (1942-2009)

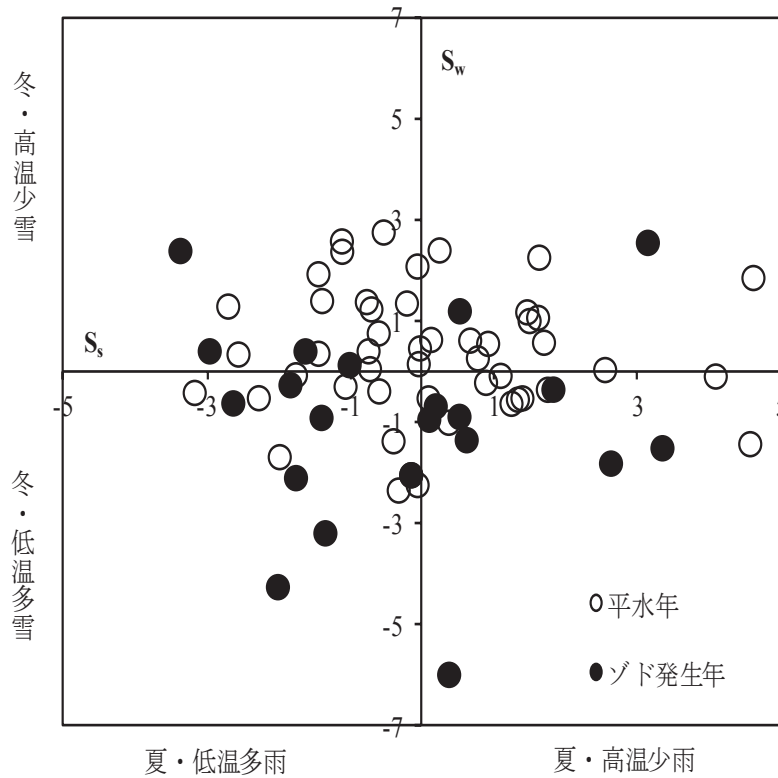


Fig. II-5 夏季気候指数 S_s と冬季気候指数 S_w の分布
Distribution of summer and winter climate index

4.3 斃死率の定義

前節では、低温多雪であることがゾドの気象的な規定要因として重要であることが示唆されたが、ゾドの記録自体が定性的なため定量評価には直結しえない。そこで、気候要因とゾド被害との関係をより定量的に評価するため、「斃死（へいし）率」をゾド被害の指標として用いた。以下に斃死率の定義を説明する。

モンゴル国では1970年から家畜の死亡数が正式に調査され、成年家畜異常斃死（以下、「斃死」と略する）として集計されている。なお、斃死には、仔家畜の死亡、狼の襲撃による成年家畜の殺害、泥棒による盗難、急病による死亡、暴風などによる行方不明等による減少は含まれず、およそ自然災害に起因した死亡数とみなしてよい。

今、1年を通じた牧畜頭数の変動を模式的に表したのが **Fig. II-6** である。ある年 i の12月時点における家畜頭数を T_i とすると、12月から5月は牧畜の生死に関わる厳しい冬春季であり、牧畜の斃死 H_{i+1} はこの期間に集中する。草原の植生成長が始まる5月から仔家畜の出産が始まり10月頃に牧畜数が最大になる。その後、販売や税金目的での屠畜が始まり12月初旬までには屠畜が終了し、次の年のセンサスが行われる。出生による増加数および屠畜による減少数がそれぞれ S_{i+1} と K_{i+1} であらわされている。これらのパラメータを用いて家畜数の年々変動を表すと次式のようなになる。

$$T_{i+1} - T_i = S_{i+1} - H_{i+1} - K_{i+1} \quad (6)$$

ここで、屠畜は遊牧民の生産・収穫活動であるが、遊牧民は草原の牧養力 (carrying capacity) や斃死数の軽減などに配慮して屠畜数 K_{i+1} を決めるため人為

要因の作用が強い。他方, S_{t+1} , H_{t+1} は比較的自然要因の作用が強い。このような年間の増減サイクルを考慮して, 斃死率 HP を次式により定義した。

$$HP = H_{t+1}/T_t \quad (7)$$

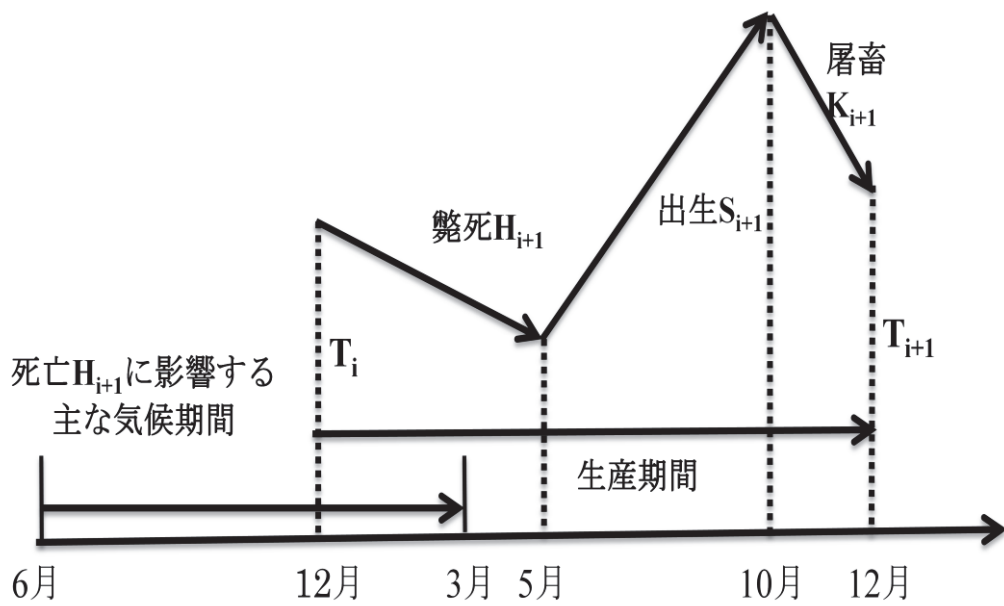


Fig. II-6 一年間における牧畜数の変動パターン

The annual change of livestock number

4.4 気候指数と斃死率との関係

前節で定義した斃死率 HP を目的変数、年間気候指数 S およびその構成成分 ($S_s, S_w, \Delta R_s, \Delta T_s, \Delta R_w, \Delta T_w$) を説明変数として線形回帰して得られる相関係数を検討した。あわせて、2.2 節で説明した典型的な 4 種類のゾドである「ガン・ゾド」、「ハラ・ゾド」、「フィテン・ゾド」、「ツァガン・ゾド」が発生しうる気象条件に該当する年のみを抽出し同様の回帰分析を行った。たとえば、「ガン・ゾド」は、夏季少雨のときに発生しうるため、 $\Delta R_s < 0$ に相当する年を抽出し、 ΔR_s 自身、 ΔR_s を構成要素とする S_s および S と HP との回帰分析を行っている。得られた回帰係数および相関係数の一覧を **Table II-1** に示す。

(1) 条件なしの場合：分類番号 I

すべて相関係数は 0.01~0.15 と極めて小さい。すなわち、すべての年を対象にすると、斃死率 HP と年間気候指数 S やその構成成分 ($S_s, S_w, \Delta R_s, \Delta T_s, \Delta R_w, \Delta T_w$) の間には明瞭な相関関係が現れない。気温あるいは降水量が異常値でない場合、斃死率は他の気象要因や社会的要因等の影響を受けて変動することが理由として考えられる。

(2) ガン・ゾドが発生しうる気象条件の場合：分類番号 II

「ガン・ゾド」は、夏季少雨のときに発生しうるため、 $\Delta R_s < 0$ に相当する年を抽出した。相関係数は総じて小さく、夏季の少雨だけではゾドが発生する要因とまらないことが分かる。ドルノド県での聞き取りから、夏季の干ばつによって餌資源が不足し冬春季の斃死が予測される場合、多めの屠殺による頭数の制御、他地区への移動、牧草の貯蓄などの対策がとられ、可能な限り冬春季でのゾド被害を軽減する努力が行われているとのことである。

(3)ハラ・ゾドが発生する気候条件：分類番号Ⅲ

ハラ・ゾドは冬季の降雪量が少ないときに発生しうるため、 $\Delta R_w < 0$ に相当する年を抽出した。相関係数は極めて小さく、冬季の少雪は牧畜被害に全く影響しないことがわかる。ドルノド県での聞き取りでは、冬季の少雪でも井戸の掘削によって家畜の水分補給を可能にし、春季の融雪期には、蒸発によって水分が失われる前に残雪のある北方へ家畜を移動させるなどの対策がとられ、ハラ・ゾドの発生を未然に防いでいるようである。また、夏季の降雨量が平年値より少ない条件 ($\Delta R_s < 0$) を加えても相関係数は極めて小さく、1年を通して降水量が少なくても直接ゾドの発生要因にはならないことが推察される。

(4)フィテン・ゾドが発生する気候条件：分類番号Ⅳ

フィテン・ゾドは冬季の気温が低いときに発生しうるため $\Delta T_w < 0$ に相当する年を抽出した。相関係数はかなり低く、冬季低温の条件だけではゾドが発生する直接的な原因にはならない。この理由として、ドルノド県は、標高が低いことから、他県と比較して冬季の気温は比較的高く、冬季の気温が平年値より低くても家畜の被害が少ないことが予想される。さらに、夏季少雨 ($\Delta R_s < 0$) という条件を加えると相関係数は若干大きくなっているが、両者には明確な相関関係は見られない。

(5)ツァガン・ゾドが発生する気象条件：分類番号Ⅴ

ツァガン・ゾドは冬季の降雪が多い場合に発生しうるため、 $\Delta R_w > 0$ に相当する年を抽出した。その結果、弱い相関が見られ、冬季低温 ($\Delta T_w < 0$) の条件を重ねると相関係数がかなり高くなることがわかった。すなわち、冬季の多雪・低温の条件が重なると、表層の雪が堅くなって牧畜の採食が困難となり、前述のテルム・ゾドに発展することが予想される。また、夏季少雨 ($\Delta R_s < 0$) を加えると、この場合にも該当年は少ないものの、極めて高い相関が得られた。夏季少雨によってガ

ンが発生し草原植生が貧弱なときに冬季多雪の条件が重なると、遊牧知では対応しきれず牧畜による採食が困難となりゾド被害が顕著になると考えられる。以上のことは、1999～2003年に発生した大規模ゾドの分析から、冬季の多雪に加え前年の夏季の干ばつによって家畜被害が増幅したとする報告（Tachiiri et al., 2008）と一致する傾向を示している。

分類番号	気象条件	サンプル数	平均斃死率 (%)	No.	説明変数	係数 a	係数 b	相関係数
I	条件なし	41	5.38	1	ΔT_s	-0.657	5.45	0.03
				2	ΔR_s	0.746	5.47	0.04
				3	ΔT_w	-1.44	5.93	0.11
				4	ΔR_w	1.09	5.37	0.10
				5	S_s	-0.458	5.48	0.05
				6	S_w	-0.914	5.72	0.15
				7	S	0.165	5.40	0.01
II	少雨年 ($\Delta R_s < 0$) ガン・ゾド	25	5.44	8	ΔR_s	3.71	8.39	0.20
				9	S_s	-1.35	7.27	0.14
				10	S	0.544	4.87	0.05
III	少雪年 ($\Delta R_w < 0$) ハラ・ゾド	23	5.51	11	ΔR_w	-0.372	5.24	0.004
				12	S_w	0.064	5.59	0.0004
				13	S	-0.464	5.10	0.100
				14	ΔR_w	-2.36	4.31	0.05
				15	S_w	-0.238	5.68	0.003
IV	少雪少雨年 ($\Delta R_s < 0, \Delta R_w < 0$)	15	5.42	16	S	-0.99	5.67	0.18
				17	ΔT_w	-4.07	4.45	0.16
				18	S_w	-1.48	5.73	0.32
				19	S	0.926	6.15	0.23
				20	ΔT_w	-6.81	4.60	0.29
				21	S_w	-2.08	6.38	0.45
V	冷冬年 ($\Delta T_w < 0$) フィテン・ゾド	16	6.57	22	S	1.34	5.81	0.26
				23	ΔR_w	3.06	2.41	0.49
				24	S_w	-2.22	3.40	0.60
				25	S	0.862	4.53	0.20
				26	ΔR_w	3.30	3.69	0.73
				27	S_w	-2.58	2.31	0.70
				28	S	1.61	3.72	0.46
V	多雪冷冬年 ($\Delta R_w > 0, \Delta T_w < 0$) テルム・ゾド	7	7.66	29	ΔR_w	4.02	1.33	0.74
				30	S_w	-3.11	2.76	0.96
				31	S	2.74	-0.650	0.70
V	多雪少雨年 ($\Delta R_w > 0, \Delta R_s < 0$)	10	5.46	30	S_w	-3.11	2.76	0.96
				31	S	2.74	-0.650	0.70
				31	S	2.74	-0.650	0.70

4.5 ゾド被害発生の際の死亡率による指標化

気候指標と死亡率との関係を検討することを通して、ドルノド県におけるゾド発生に必要な気候要因を特定することができた。本節では、ゾド被害の有無を簡易に判定することを目的として、死亡率による定量化を試みた。そのために、次式で定義される増加率 TP と死亡率 HP との関係を検討した。

$$TP = (T_{i+1} - T_i) / T_i \quad (8)$$

増加率と死亡率との関係を **Fig. II-7** に示す。両者には比較的よい負の相関関係があり、死亡率が大きくなると増加率が減少する傾向が見られ、両者の線形回帰式から死亡率が約 6% のときの増加率は 0% となり家畜総数が一定値に安定し、出生数が屠畜数と死亡数の合計と釣り合う関係がある。家畜総数が減少するようなゾド被害は、これより死亡率が 6% 以上のときに発生するものと考えられる。

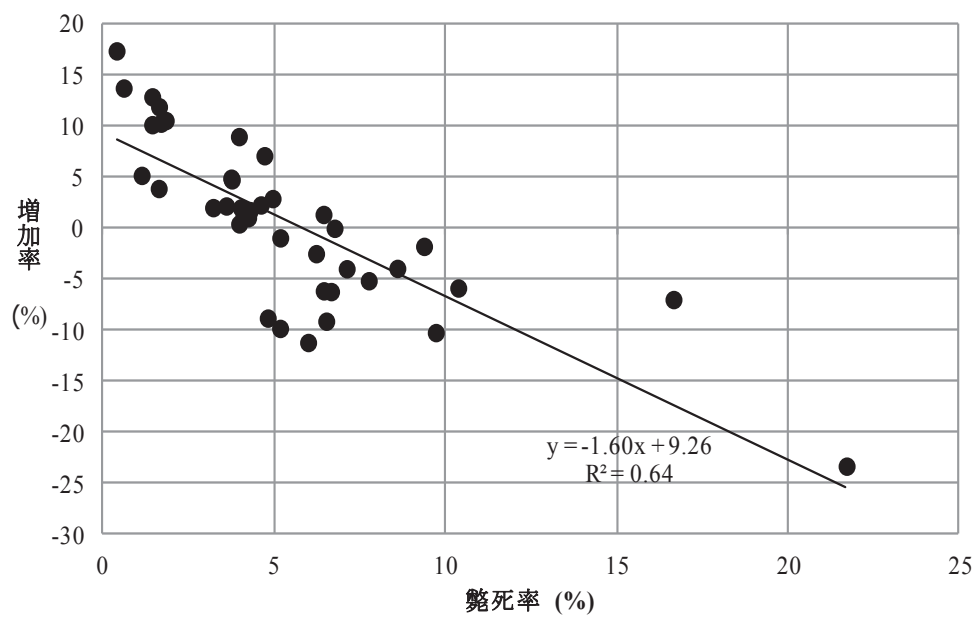


Fig. II-7 ドルノド県における家畜総数の増加率と斃死率の相関関係
 The relation between the increase and loss of livestock in Dornod Prefecture

5. まとめ

モンゴル国東部のドルノド県は国内でも平均標高が最も低いことから平均気温の高い地区で、比較的起伏が少なく昔から遊牧業が盛んに行われている。このドルノド県を対象にして、長期間にわたる気象データと斃死率との相関関係を分析することによって、ゾドが発生する気象的要因について検討した。その結果、本研究から明らかになったことを取り纏めると以下のようなになる。

- (1) ドルノド県では、1970年頃から年間平均気温が約 2°C 上昇する傾向が見られること、さらに、1990年から夏季降雨量が減少する傾向が見られた。
- (2) ドルノド県では約3年に1回の頻度でゾドの報告があるが、低温多雪年では約2年に1回とゾドの発生頻度が増加する傾向が見られた。
- (3) 夏季少雨、冬季少雪、冬季低温では気象条件と家畜の斃死率の間に相関関係が見られず、ゾド発生は気象要因のみでは説明できない。また、当県では遊牧知による牧畜民の努力でガン・ゾド、ハラ・ゾド、フィンテン・ゾドの発生を回避している可能性も示唆された。
- (4) 冬季の多雪では、降雪量と斃死率との間に正の相関関係が見られ、これに夏季の少雨や冬季の低温の条件が重なると、この傾向がより一層顕著になった。すなわち、当県で発生するのはツァガン・ゾドであり、夏季の少雨や冬季の低温によってゾド被害が大きくなることを明らかにした。
- (5) 斃死率が6%を超えると家畜頭数の増加率が負になり、家畜数が減少する傾向が見られた。すなわち、斃死率6%以上の年にゾド被害が発生するものと考えられる

Ⅲ. ドルノド県における五種畜の斃死と気象要因との関係

1. 目的

モンゴル国ではゾドと呼ばれる自然災害が頻繁に発生し、家畜に甚大な被害を及ぼすことがあり、結果として遊牧民の貧困や飢餓につながることが多い。遊牧民自身は、「冬春季に牧草や飲用水の欠乏のため、家畜が痩せ大量に死亡するに至る自然災害」全般を「ゾド」と表現しているが (Natsagdorj and Dulamsuren, 2001)、家畜のエネルギー補給のための牧草や飲用水の欠乏に至る自然条件は様々であるために、それに応じてゾドの種類は多様に分類されている。たとえば、冬春季の気象条件によって発生するゾドを取り上げても以下の 4 種類が挙げられる。

- ① 「ツァガン・ゾド」(白い災害) : 多雪により植生が深い雪で覆われ、家畜が採食困難となることで発生するゾド。積雪により一面が白くなることからこのように呼ばれる (小沢, 1995)。
- ② 「フィテン・ゾド」(寒い災害) : 極度に寒冷な日が長期継続することにより発生するゾド (小宮山, 2005)。
- ③ 「シールガ・ゾド」(風害) : 長期間の暴風 (嵐) により発生するゾド (尾崎, 2003)。
- ④ 「ハラ・ゾド」(黒い災害) : 冬春季の無降雪が原因で水不足により発生するゾド。積雪がなく表土が黒く見えることからこのように言われる (小沢, 1995)。

気象条件とゾド被害発生との関係を分析した研究は数多く存在し(Natsagdorj and Dulamsuren, 2001 ; 森永・篠田, 2003 ; JIRIGALA 等, 2013), 広大なモンゴルの各地域で発生するゾドの種類と気象条件との関係は多様である。たとえば、

Natsagdorj ら (2001) は夏季の気温と降雨量, 冬季の気温で表したインデックスと家畜総頭数との関係を検討している。また, 森永・篠田 (2005) は, 氷雪軸, 牧草軸, 天候軸の三次元ダイアグラムによってゾドの種類と発生要因の関係を定性的に整理している。さらに, JIRIGALA 等 (2013) は, モンゴル国東部のドルノド県を対象にして気象条件と家畜の斃死率との関係を分析した結果, 冬季多雪条件下で降雪量と斃死率との相関が明瞭になり, 夏季少雨および冬季低温の条件が重なると, さらに傾向が顕著となることが明らかにしている。

一方, モンゴル国で飼育されている家畜は駱駝 (ラクダ), 馬, 牛, 羊, 山羊 (ヤギ) により構成され, 総称して五種畜 (tavon hoshiyo mal) と呼んでいる (甫忽加甫, 1996)。これらはいずれも頑強であり, 運動能力が高く, 粗食に耐えるという特徴を持っており, かつ食肉や乳製品, 毛皮といった複数の用途に用いることができ, 厳しい気象条件下での遊牧に適している (賽那, 2007)。他方, 生理的特徴, 採食習慣, 移動能力は五種畜ごとに異なり, 自然環境や気象変動への適応性も異なるとも言われている。そのため, 多様な気象条件により発生するゾドの種類や強度も五種畜ごとに異なり, 被害の程度も大きく変化すると考えられる。Tuvaansuren (1986) は, 雪を除けて草を食む能力の違いから, 家畜の中でも蹄で雪をかくことのできない牛が最も積雪に弱いことを明らかにしている。また, Natsagdorj 等 (2004) は小型の山羊・羊より大型家畜の牛, 馬の方が天候の影響を受けやすい上, 夏季の干ばつに弱いことを明らかにしている。しかし, これら五種畜における気象被害の影響要因については未解明な部分が多い。

そこで, 本論文では, モンゴル国ドルノド県を対象として, 五種畜の斃死率と気象要因の関係を統計解析することにより, 気象条件の変動による家畜被害の相違を五種畜の特性から明らかにすることを目的にした。

2. 対象地区の概要

2.1 対象地区の地理的条件

ドルノド県は、モンゴル国の最東端に位置し、隣接するヘンティ県およびスフバートル県とともにモンゴルの東部地域を構成する (Fig. III-1)。ドルノド県は、面積 12.4 万 km²、人口 7.5 万人、家畜頭数 145 万頭 (2009 年) を有する。標高 600 ~ 800m の起伏の少ない平原をなしており、平均標高が 1,500m を超えるモンゴル国の中では低標高に位置する。そのため、平均気温はモンゴル国中北部と比較して 2°C 程度高く、年降水量はモンゴル南部のゴビ地方と比べても多い (JIRIGALA 等, 2013)。このように当県は比較的気象条件に恵まれていることから広域に広がる草原を利用して伝統的に羊や馬の放牧が盛んである (Templer et al., 1993)。以上、本県は地形の起伏が少なく地区内の気象条件がほぼ均一であること、また、以前から遊牧がさかんに行われていることから、気象条件の年間変動と家畜の斃死との関係を解析するのに適していると判断し、対象地区とした。

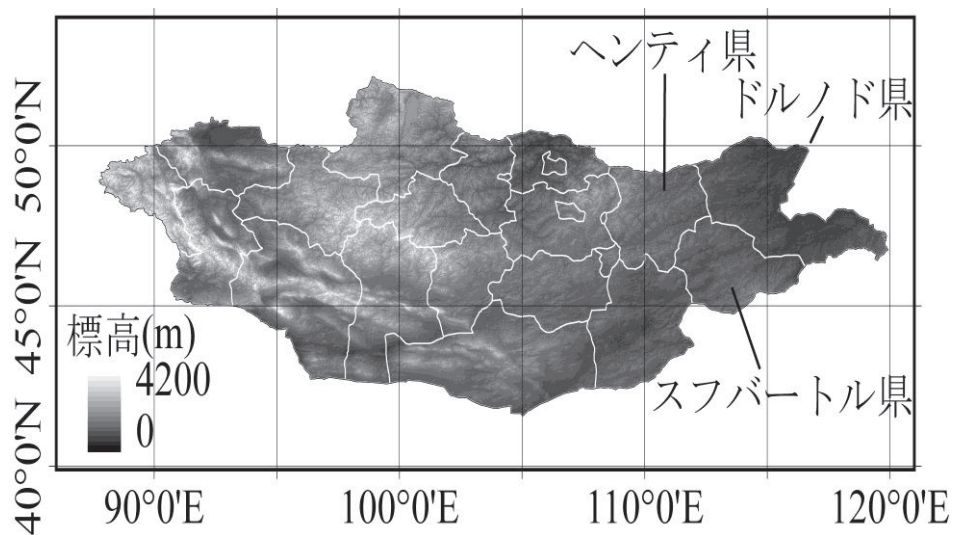


Fig.III-1 ドルノド県の位置とモンゴル国の標高分布.

標高は GTOPO30 (Gesch et al., 1999), 行政界は Global Administrative Area (<http://www.gadm.org/>) を用いて作成した.

The location of Dornod prefecture and the elevation of Mongolia. GTOPO30 (Gesch et al., 1999) was utilized for creating elevation distribution and administrative boundaries are drawn based on Global Administrative Area dataset (<http://www.gadm.org/>).

2.2 対象地区の気象条件

本論文における解析対象期間は 1969 年から 2010 年までの 42 年間である。気象データには CRUTS3.1 (University of East Anglia Climatic Research Unit, accessed 2013.2.1) を用いた。CRUTS3.1 は、地上観測データにもとづき統計的な内挿を施して算出された月単位の全球長期気象データセットで (Mitchel and Jones, 2005)、空間解像度 0.5° で 1901~2009 年の期間で整備されている。

上記データセットからドルノド県に含まれる 66 地点の月平均気温および月降水量を抽出し、算術平均値を求めて県の代表値とした。また、甚大なゾド被害が発生した 2010 年の気象データは CRUTS3.1 にないため、ドルノド県内 14 地点の気象観測所における実測値の平均値を用いた。なお、2010 年の気象データはモンゴル科学アカデミー提供によるものである。

解析期間中の気象データの平均値(m)および標準偏差(σ)を **Fig.III-2** および **Fig.III-3** に示す。年平均気温は 0.32°C と冷涼な気候である。月平均気温の季節変動を見ると、7 月に最高気温 20.3°C 、1 月に最低気温 -22.1°C となり、年較差は 42.4°C と極めて大きく、典型的な内陸性気候の特徴を示す。年間降水量の平均値は 266.4mm と少雨で、標準偏差 97.6mm 、変動係数 34%と年変動が大きいと言える。

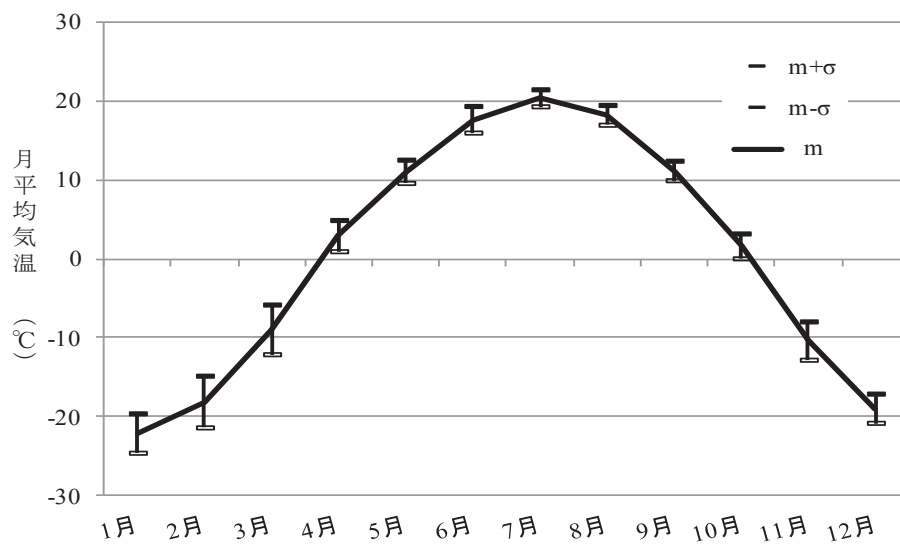


Fig.III-2 月平均気温の平均値(m)と標準偏差(σ) (1969-2010年)
 Mean and standard deviation of monthly average air temperature

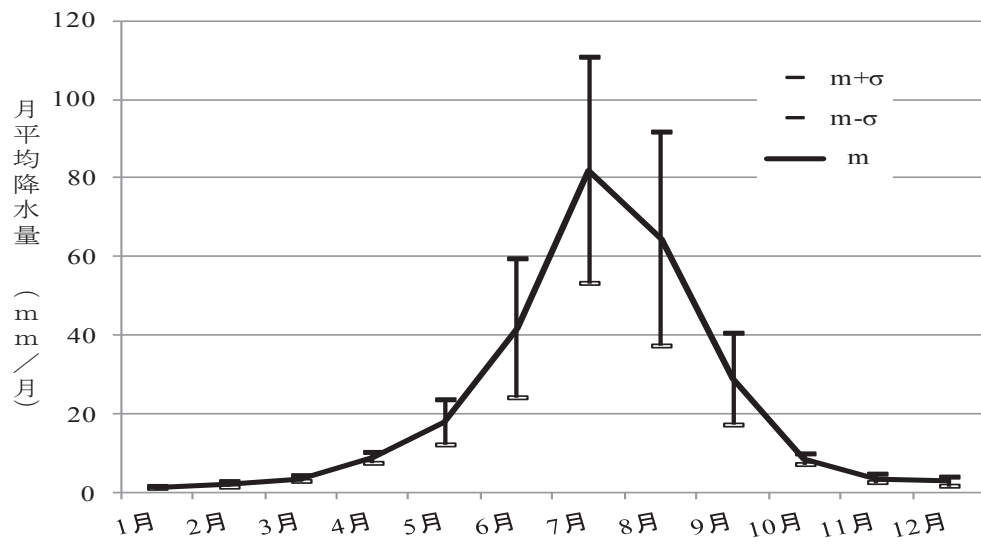


Fig.III-3 月降水量の平均値(m)と標準偏差(σ) (1969-2010年)
 Mean and standard deviation of monthly precipitation

3. 五種畜の頭数と斃死率の長期変動

家畜数は、草原植生の成長を左右する夏季降雨量や冬春季の豪雪低温などの家畜の大量死にかかわるゾドの気象要因に影響を受けて年々変動しながら、社会経済条件の変化に影響を受けて長期変動もすると考えられる。そこで、モンゴル国およびドルノド県における社会経済条件および気象要因の変動と関連させながら、各家畜の長期変動特性を定性的に考察した。用いたデータは、モンゴル科学アカデミーより提供を受けた1969～2010年の期間の五種畜の頭数と斃死数である。また、斃死数は家畜頭数により変化するため、前年の家畜頭数に対する当該年の斃死数の割合である斃死率を指標として用いた。

3.1 駱駝

1969年から1981年の期間における総頭数は16.4千頭前後で変動していたが、以降、緩やかな減少傾向が見られ、近年の10年間は6.2千頭前後（五種畜総頭数の0.5%）で安定している（Fig. III-4(a)）。また、全期間における斃死率の平均値は6.15%、標準偏差は3.46%である。しかし、1996年までの斃死率の平均値が8.19%であるのに対して、それ以降の平均値は2.21%と著しく減少している。

駱駝は、肉、乳、皮、毛などの生産以外に、荷物運搬用としてトラック代わりに利用されてきたが、1980年代からモンゴル全国において機械化が進み、トラックだけで1995年の4.9千台から2001年の17.6千台まで増加した。このような自動車の普及にともない、駱駝の利用が減少していることが頭数減少の原因として考えられる（バトゥール・ソイルカム 2004）。また、1991年以降の市場経済化にともなう家畜私有化により、飼育管理が行き届くようになったことに加え、近年の夏季の気温上昇および少雨傾向が、斃死率低下の原因と考えられる。しかし、

1980年4月15～20日にモンゴル国東部地域に巨大な暴風雪が発生し(Natsagdorj, 2009), 他の家畜同様, 斃死率が10.4%と過去最大を記録している.

3.2 馬

2000年までの馬の総頭数は95千頭前後で安定していたが, それ以降増加する傾向が見られ, 近年は約140千頭前後, 五種畜総頭数に占める割合12.2%に達している(Fig.Ⅲ-4(b)). 全期間の斃死率の平均値は4.05%, 標準偏差は4.01%であり, 五種畜の中で最も斃死率が低く, 気象災害に強い家畜である. また駱駝と同様, 1996年までの斃死率の平均値は5.34%であったのに対して, それ以降の平均値は1.55%と著しく減少している.

1991年以降の私有財産の導入や市場経済の推進により, モンゴル国では専業牧民数が増え, 1990年の14万7千人から2000年の42万1千人まで3倍近く増加した. この専業牧民の増加は家畜総頭数の増加を招き, 牧畜業の主な生産手段として馬の役割も増加した. ドルノド県はモンゴル国の中でも馬の最適地であり, 馬の飼育が盛んになって頭数が増えたものと思われる. しかし, 前述の巨大な暴風雪が発生した1980年に斃死率が26.1%と五種畜の中でも最大となっており, 寒冷積雪に強い一方で, 暴風雪や強風に弱い家畜であると考えられる.

3.3 牛

全期間の総頭数の平均値は116千頭前後で安定しており, 他の家畜でみられるような長期変動がない. 2010年時点の五種畜総頭数に占める割合は9.7%である(Fig.Ⅲ-4(c)). また, 全期間の斃死率の平均値は5.43%, 標準偏差は4.87%であり, 1980年をピークに緩やかな減少傾向が見られる. しかし, 近年, 2001年と

2010年は突発的に斃死率が20%を超え、深刻なゾドが発生していたと推察される。特に2000年12月は、厳しい寒さとともに頻繁な大吹雪に見舞われ、放牧地を埋め尽くすような積雪によって牧草地を利用することができなくなり（バトゥール等、2010）、その結果2001年の斃死率が高くなっていると考えられる。

3.4 羊

ドルノド県は羊の飼育に適しており、1987年までの総頭数は750千頭前後で推移し、五種畜総頭数に占める割合は72.3%であった。しかし、その後減少し続け、1996年には314千頭まで減少している（Fig.Ⅲ-4(d)）。また、全期間の斃死率の平均値は5.28%、標準偏差は4.00%であり、1980年をピークに緩やかな減少傾向が見られる。しかし、2009年に8.6%、2010年には21.3%と突発的に大きくなり、深刻なゾドが発生していたと推察される。

コメコンの解体や私有財産制の導入など急激な市場経済化が勧められ、1990年以降モンゴル国では一時期、年率400%を上回るインフレが発生し、深刻な貧困化が生じた。私有化によって家畜を配分された非専門牧民たちは、家畜をすぐに屠殺して販売するという対応をとった。こうした私有化直後の混乱が家畜頭数減少の要因と考えられる（バトゥール・ソイルカム、2004）。主な食料供給源である羊の屠殺率を全国範囲で見ると1991-1996年まで平均して35.5%と高く、その後、28.8%前後に安定している。ドルノド県の場合も全国と同じで、その後に一転して羊の総頭数が増加し続け、2009年には704千頭に達し、1969-1990年の平均まで回復している。

3.5 山羊

1991年までの総頭数は52千頭前後で推移し、五種畜総頭数の5.2%を占めるに過ぎなかったが、その後は年々増加し、2008年には512千頭に達し、五種畜総頭数の34.6%を占めるようになった（Fig.Ⅲ-4(e)）。全期間の平均斃死率は6.36%、標準偏差5.13%と五種畜の中でも平均・標準偏差ともに最大で、当地区において気象条件の影響を受けやすい家畜であると言える。羊と同様、1980年をピークに緩やかな減少傾向を示すが、2009年、2010年にはそれぞれ13.9%、26.8%と突発的に大きくなり、深刻なゾドが発生していたと推察される。

近年の急激な頭数増加は、カシミア毛の国際市場価格で急速に上昇したことに起因する（バトゥール、2004；Saizen, 2010）。しかし、2009年と2010年の甚大なゾド被害に見舞われ2010年には312千頭まで減少した。山羊を無制限に増やすことは五種畜の構成バランスを崩すだけでなく、その過放牧によって牧草地が劣化し気象変動によるゾド被害を受けやすくなることが指摘されている（湊, 2004）。

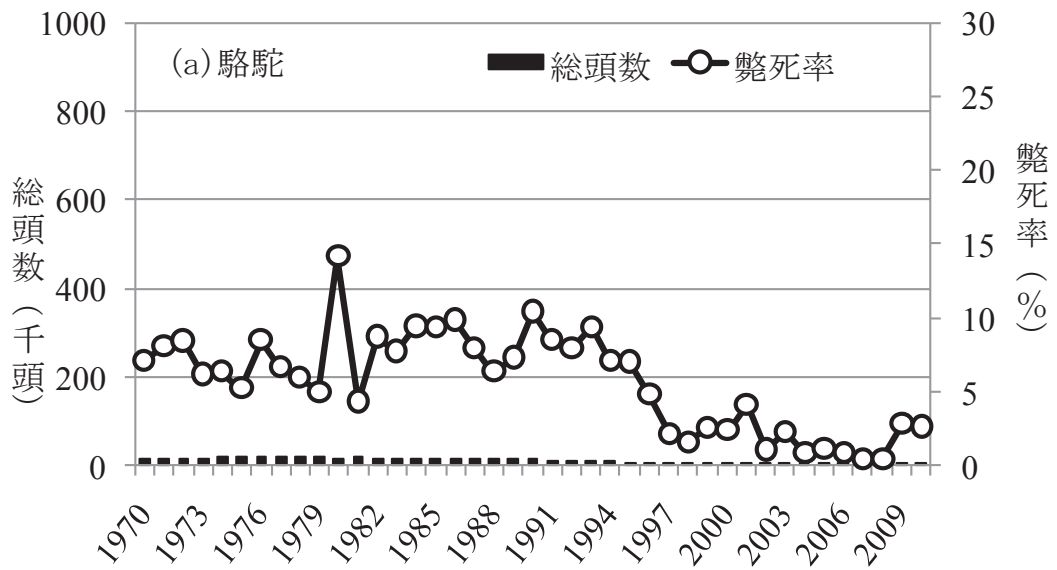


Fig. III-4(a) 五種畜の頭数と斃死率の経年変化
 Long term trend of total number and mortality of five livestock

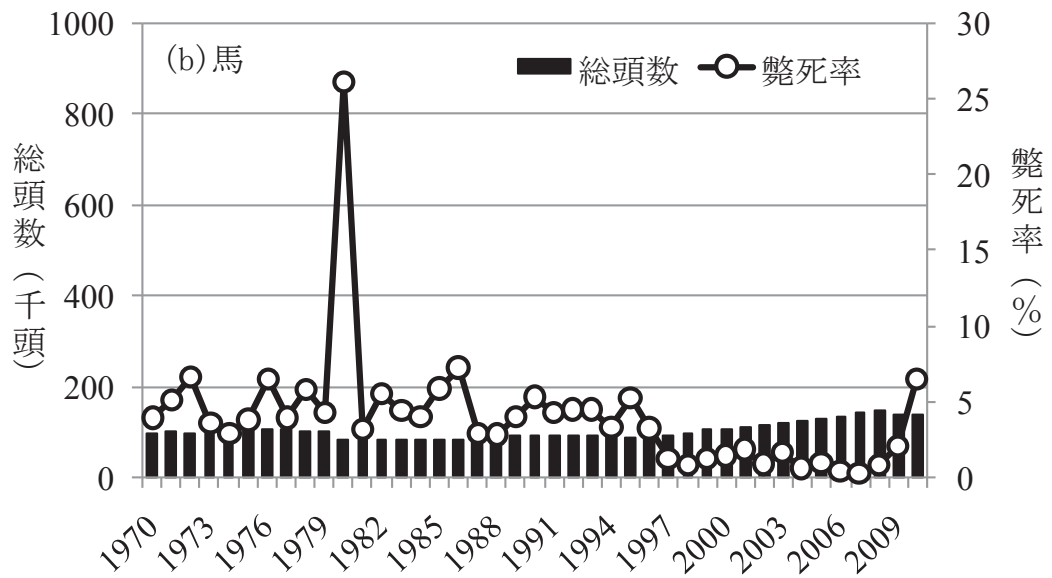


Fig. III-4(b) 五種畜の頭数と斃死率の経年変化
 Long term trend of total number and mortality of five livestock

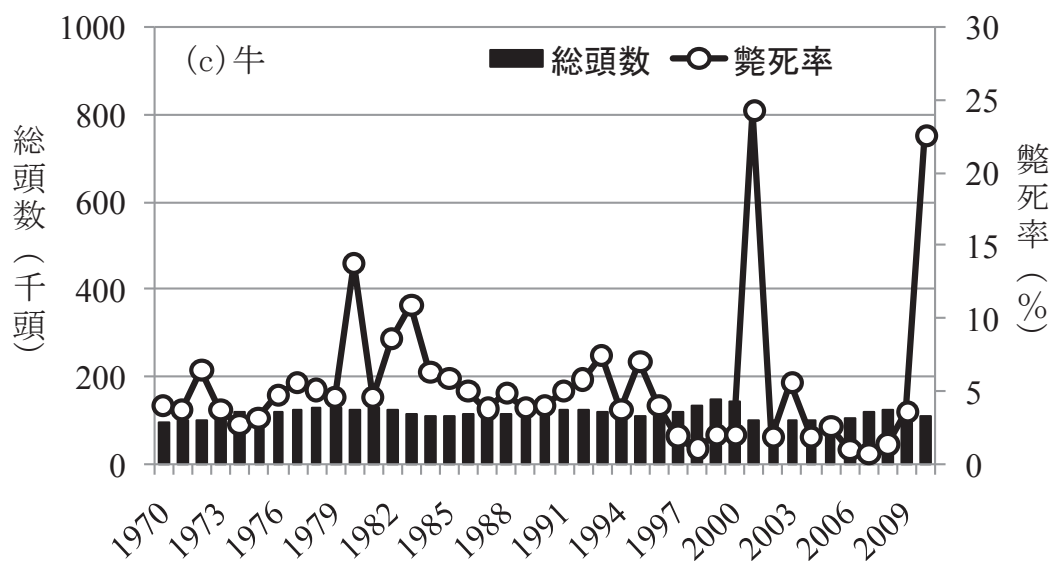


Fig. III-4(c) 五種畜の頭数と斃死率の経年変化
 Long term trend of total number and mortality of five livestock

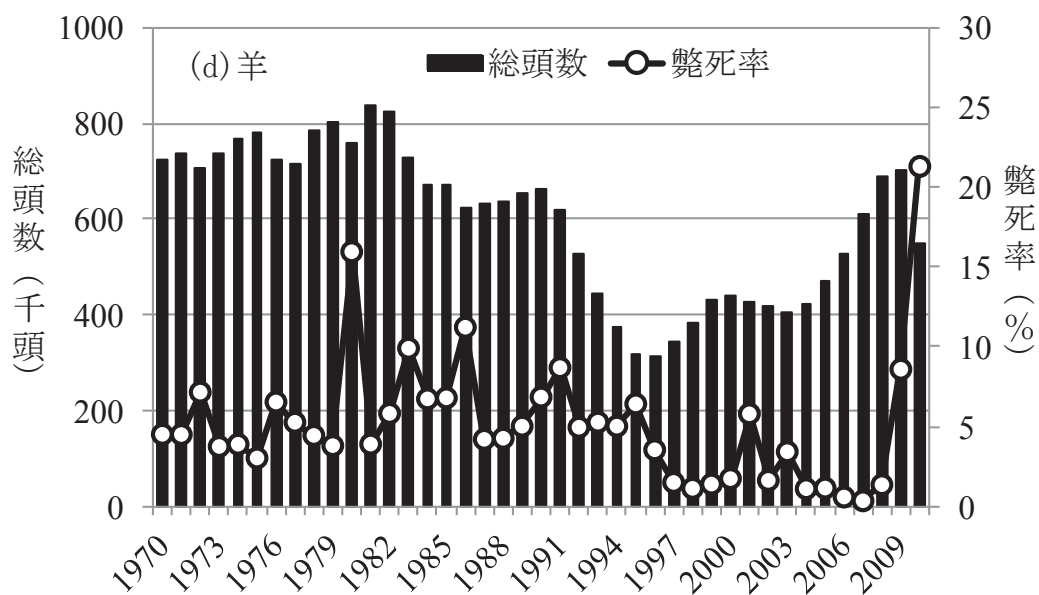


Fig. III-4(d) 五種畜の頭数と斃死率の経年変化
 Long term trend of total number and mortality of five livestock

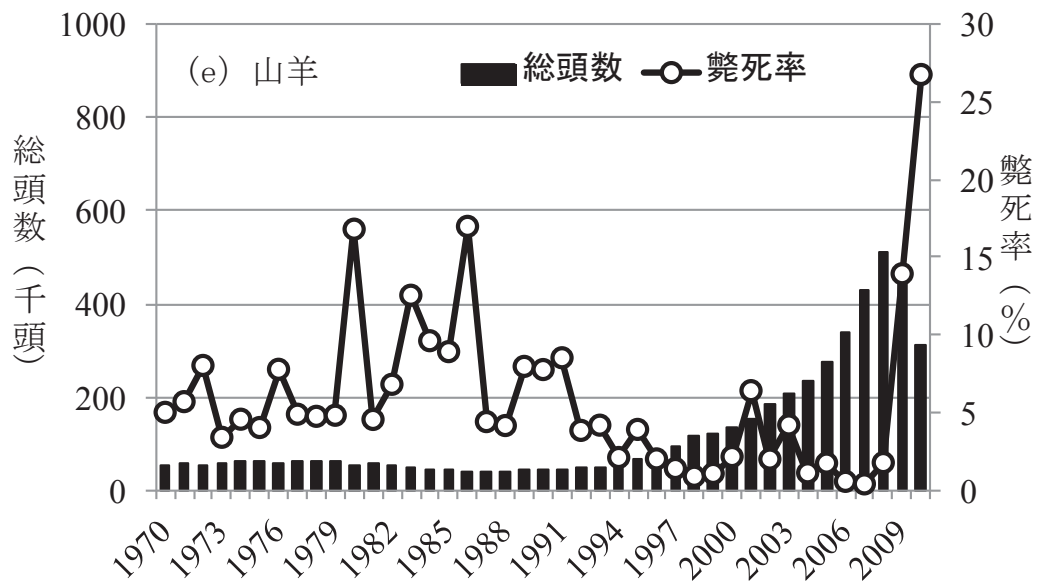


Fig.III-4(e) 五種畜の頭数と斃死率の経年変化
 Long term trend of total number and mortality of five livestock

3.6 まとめ

五種畜の各頭数は、市場経済化や用途の変化といった社会経済条件の変化に対応して長期変動していることが示めされた。他方、斃死率は長期変動しながらも、年々変動も大きく、毎年の気象条件に強く影響を受けていると考えられる。Table III-1 は、五種畜間の斃死率について相互相関係数を示したものである。羊と山羊の斃死率の間には、相関係数 0.95 と極めて強い相関関係が認められ、牛、羊、山羊間の相関係数は 0.64 以上と比較的高く、これら 3 畜の斃死率に影響する気象要因が類似していることが予想される。また、駱駝は馬と相関係数が若干高い（相関係数=0.65）ものの、他の牛、羊、山羊との相関係数は余り高くなく、斃死率に影響する気象要因が異なることが予想される。

Table III-1 五種畜の斃死率間における相関係数
 The correlation coefficient between mortality rates of five livestock

	駱駝	馬	牛	羊	山羊
駱駝	1.00	0.67	0.23	0.48	0.36
馬	—	1.00	0.41	0.67	0.56
牛	—	—	1.00	0.72	0.64
羊	—	—	—	1.00	0.95
山羊	—	—	—	—	1.00

4 気象条件と斃死率の相関解析

4.1 五種畜ごとの相関解析

斃死数は毎年12月中旬に集計されるが、通常、家畜の斃死は同年の1月から4月までの冬春季に集中し、直接には当該年の冬季気象条件の影響を受ける。さらに、前年の夏と秋の気温や降水量により草原牧草の成長が異なり、冬前の家畜の体力にも大きな違いが生じるため(篠田雅人・森永由紀, 2005; 篠田雅人, 2007)、体力の弱い家畜が冬春期を乗り越えられず、最も弱ったものから順に斃死する。すなわち、当該年の斃死数は前年を含めた2年間の気象条件に影響されることが予想される。

そこで、1970～2010年のデータを用いて平均値が0、標準偏差が1になるように正規化した斃死率を独立変数、当年と前年における毎月の正規化した月降水量と月平均気温を説明変数として単相関解析を行い、各気象要因の標準回帰係数を求めた。その結果を家畜ごとに**Fig. III-5**に示す。なお、各月の気象要因の標準回帰係数をプロット(降水:○, 気温:□)で表している。また、各月の標準回帰係数については、 F 検定で $p < 0.05$ である場合は、黒抜きで示した。

4.2 五種畜ごとの結果と考察

4.2.1 駱駝

Fig. III-5(a)に示すように、斃死率は、前年と当年の6～9月(以下、便宜的にこの期間を夏季と呼ぶ)の気象条件に強く影響を受けることがわかる。前年と当年の降雨量の標準回帰係数は約0.35となり、夏季降雨量が多くなると斃死率が増加する傾向を示している。また、夏季の気温の標準回帰係数は約-0.61を示し、夏季

の気温低下により斃死率が高くなる傾向もみられる。一方、11～3月（以下、便宜的にこの期間を冬季とよぶ）における降水量や気温の標準回帰係数の絶対値は小さく、冬季の気象条件の影響は小さい。

4.2.2 馬

Fig. III-5(b)に示すように、前年夏季および当年夏季の気温の標準回帰係数が、それぞれ-0.43、-0.32と、夏季の気温が低くなると斃死率が高くなる傾向がある。また、当年より前年の夏季の影響が大きいことから、冷夏を迎えると馬の健康状態が悪化し、その年の冬から翌年の春にかけて斃死すると推察される。馬は一般的に、夏になると短毛に抜け替わり皮下脂肪を減らすので、この時期の冷雨によって体調を崩しやすく、その後の厳しい冬春季を乗り越えられないものが増えると言われている。一方、夏季降水量、冬季気温、および冬季降水量の影響はほとんど認められないが、当年4月の気温が低くなると斃死率が顕著に高くなる傾向が特徴的である。

4.2.3 牛

Fig. III-5(c)に示すように、前年11月から4月までの冬季の気温の標準回帰係数が-0.28～-0.39、当年3月や12月の降水量の標準回帰係数がそれぞれ0.61、0.58となっており、冬季の積雪量が多く、また気温が低くなるほど、斃死率が高くなる。さらに、夏季の気象条件の影響は小さい傾向が見られる。一方、当年4月と10月の降水量の標準回帰係数が前後の月と不連続に著しく低下し、この時期の降水量が少ないと斃死率が高くなる傾向を表している。

4.2.4 羊および山羊

Fig.Ⅲ-5(d)および **Fig.Ⅲ-5(e)**に示すように、羊および山羊はよく似た傾向を持つ。当年3月と12月における降水量の標準回帰係数が0.61～0.63となっており、冬季の積雪量が多いほど斃死率が高くなる傾向が顕著に見られる。さらに、馬と同様、当年4月の気温の標準回帰係数が-0.53～-0.59と極めて低くなっており、4月の気温が低くなると斃死率が高くなる傾向を示す。一方、牛と同様に、当年4月と10月の降水量の標準回帰係数が-0.36～-0.42と極めて低い数値を示し、この時期の降水量が少ないと斃死率が高くなる傾向を示している。

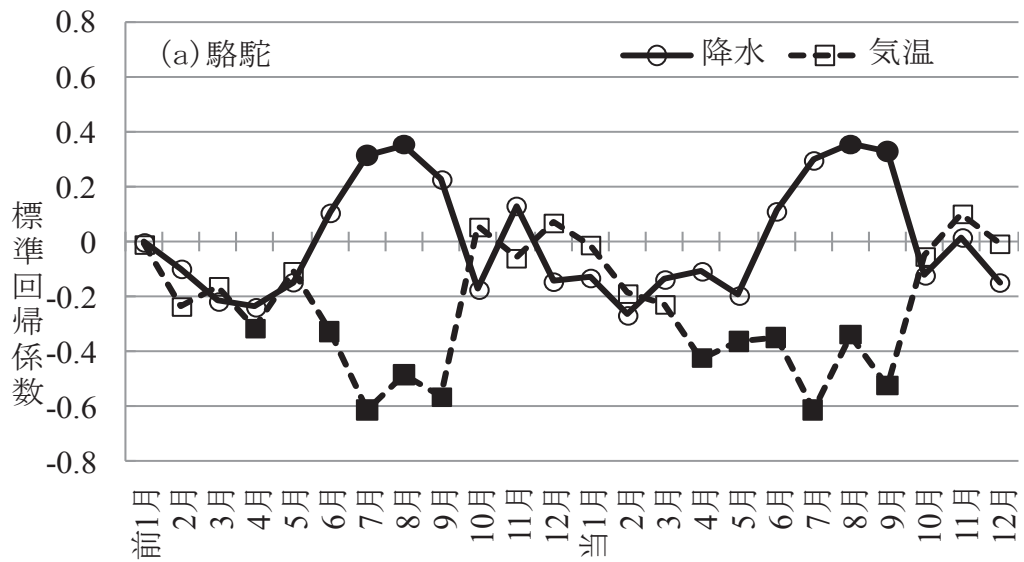


Fig. III-5(a) 五種畜の斃死率と各月気象要因との単回帰分析結果
 The result of regression analysis between mortality rates
 of five livestock and monthly meteorological data

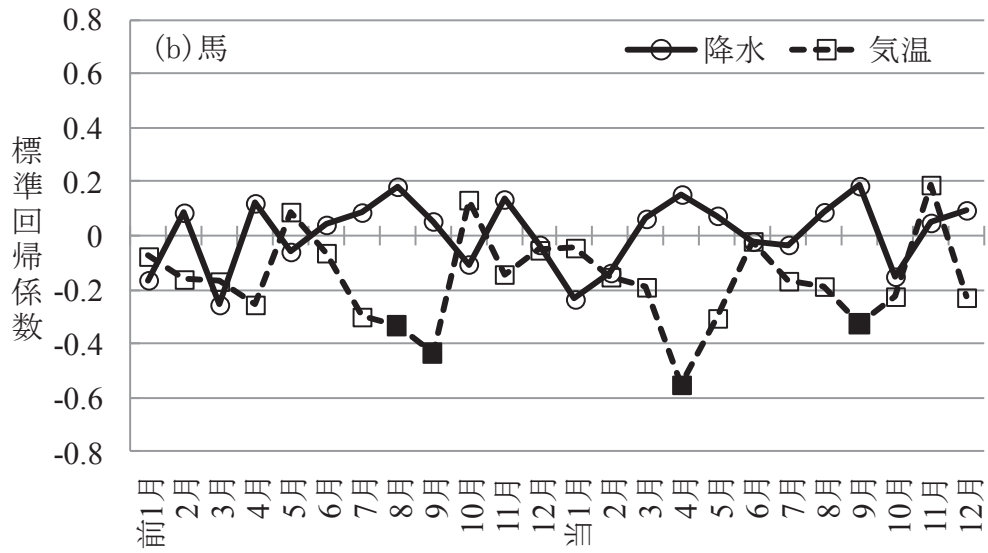


Fig.III-5(b) 五種畜の斃死率と各月気象要因との単回帰分析結果
The result of regression analysis between mortality rates
of five livestock and monthly meteorological data

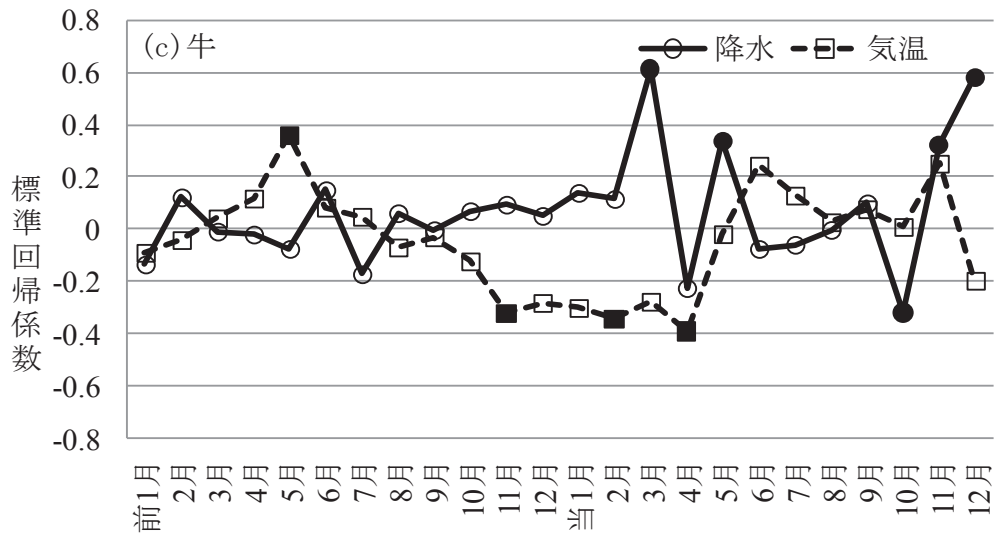


Fig.III-5(c) 五種畜の斃死率と各月気象要因との単回帰分析結果
The result of regression analysis between mortality rates
of five livestock and monthly meteorological data

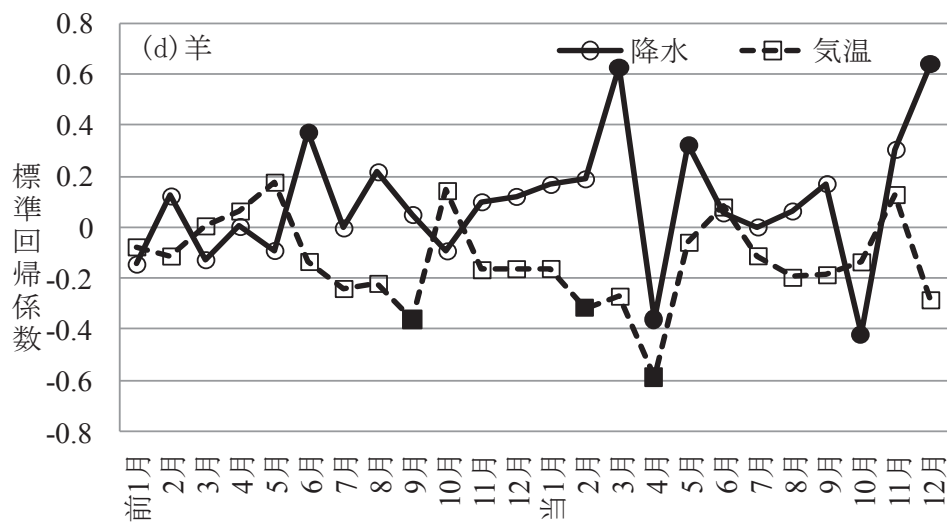


Fig.III-5(d) 五種畜の斃死率と各月気象要因との単回帰分析結果

The result of regression analysis between mortality rates of five livestock and monthly meteorological data

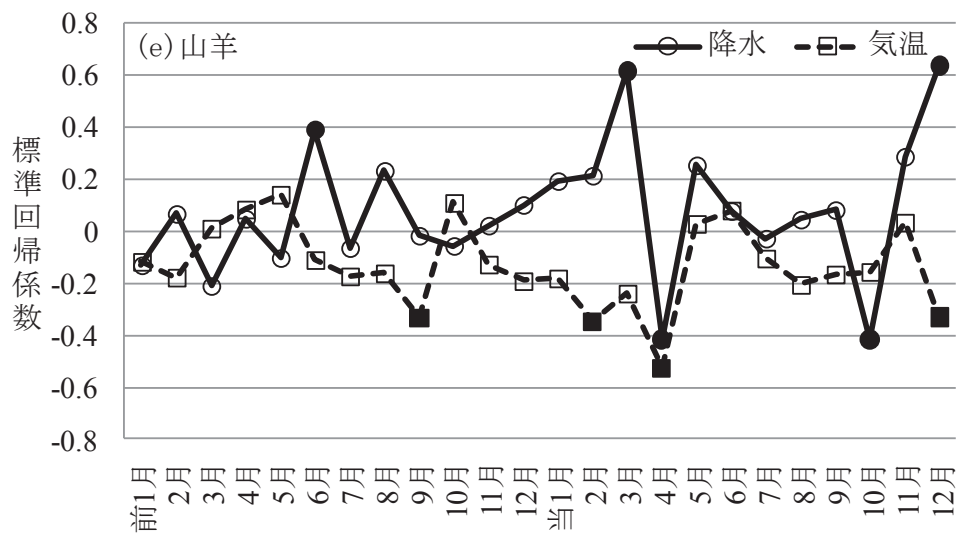


Fig.III-5(e) 五種畜の斃死率と各月気象要因との単回帰分析結果

The result of regression analysis between mortality rates of five livestock and monthly meteorological data

4.2.5 相関解析の総括

当地区では、夏季の気象要因の影響を受ける「駱駝・馬」と、冬季の気象要因の影響を受ける「牛・羊・山羊」に大別されるのが大きな特徴である。その中で、馬は夏季の低温、駱駝は夏季の低温多雨の影響を受けやすい。一方、牛・羊・山羊は、大雪、極寒の原因によって、斃死率が高くなっている。すなわち、植生が深い雪で覆われ家畜が採食困難となることによるツァガン・ゾドと、極度に寒冷的な日が長期継続し凍死することによるフィテン・ゾド（小宮山，2005）が発生している。とくに、牛は冬季の寒冷に弱い。

さらに、牛、羊、山羊は、4月と10月の降水量が減少すると斃死率が高くなる傾向が顕著に見られる。ドルノド県を含め東部地方は地表水の乏しい地域である。さらに、気象特性を見ると、4月と10月は平均気温が0°C前後で、冬季に家畜の飲用水として利用する積雪が溶け始めたり、積雪が始まる時期に相当する。さらに、この時期の降水量は他の月と比べると非常に少なく、Fig.3から分かるように、5月と9月の月降水量の平年値が17.9mmと28.6mmであるのに対して、4月と10月は8.9mmと8.6mmと少なく、家畜の水分補給には十分な量ではない。当地域での現地調査によると、4月には家畜を残雪のある北方へ移動させ、10月になると井戸の利用できる冬営地へ移動するなどの対応がとられている。しかし、労働力や経済的な制約もあって、家畜がこの時期の降水量が少なくなるとハラ・ゾドが発生し斃死率が大きくなる傾向が牛・羊・山羊に顕著にみられた。

五種畜ともに当年4月の気温に影響を受けていた。ドルノド県は地形的に起伏が少ないことから、気象的特徴として風が強く、春季は暴風雪や砂嵐によるシールガ・ゾドの起こりやすい時期であり、4月はそのピークであると言われている。また、1980年4月にはモンゴル国東部地域で大規模に発生した巨大な暴風雪によ

って大量の家畜が斃死し、このシールガ・ゾドが解析結果に反映している。とくに、馬、羊、山羊はこの気象現象に弱く、駱駝と牛は比較的強いことが示されている。

5. まとめ

モンゴル国東部のドルノド県は、比較的標高が低いため平均気温が高いが年較差が大きく、地形的にも起伏の少ない地域のため強風や暴風雪の影響を受けやすい。また、比較的降水量が多いため牧草条件がよいが地表水の乏しい地域である。このドルノド県を対象にして、長期間にわたる気象データと五種畜の頭数および斃死率との関係を分析した。本研究から明らかになったことを取り纏めると以下のようになる。

- (1) 家畜の総頭数の長期変動は主に社会・経済的要因に影響されているのに対し、斃死率の短期的な変動は主に気象要因の影響を強く受けていた。
- (2) 五種畜間における斃死率の相関係数を解析したところ、牛、羊、山羊の斃死率の間の相関係数は 0.64 以上と比較的高く、これら 3 畜の斃死率に影響する気象要因が類似していることが示唆された。一方、駱駝は馬と相関係数が比較的高い（相関係数=0.65）ものの、他の三畜との相関係数が余り大きくなく、斃死率に影響する気象要因が異なることが示唆された。
- (3) 駱駝と馬は冬季の気象要因にあまり影響されず、夏季の気象要因に影響されているが、馬は夏季の低温、駱駝は夏季の低温多雨の影響を受けやすいことが明らかになった。
- (4) 牛、羊、山羊は冬季の気象要因に影響される。大雪、極寒の原因によって発

生するツァガン・ゾド，フィテン・ゾドとして斃死率が高くなっている．とくに，牛は冬季の寒冷に特に弱い．

(5) 牛，羊，山羊は，4月の融雪や10月の積雪の開始時期に降水量が少なくなるとハラ・ゾドが発生していた．

(6) 五種畜ともに当年4月の気温に影響されていた．これは春季の暴風雪と砂嵐の影響によるシールガ・ゾドであり，とくに，馬，羊，山羊はこの気象現象に弱く，駱駝と牛は比較的強いことが示唆された．

IV. モンゴル国におけるゾド被害の地域特性

1. 目的

気候変動は人類の生存に大きな影響を与える。とくに、モンゴル高原では「ゾド」と呼ばれる自然災害が頻繁に発生し、家畜に甚大な被害を及ぼし、その結果として遊牧民の貧困や飢餓を招くことが多い。一般に、「冬春季に牧草や飲用水の欠乏のため、家畜が痩せ大量に死亡するに至る自然災害」(Natsagdorj and Dulamsuren, 2001) 全般を「ゾド」と表現しているが、広大なモンゴル高原では地域ごとに自然条件が異なるため気候変動の影響も大きく変化し、それによって発生するゾドの種類や被害の程度も異なることが予想される。

一般に、モンゴル国では、地理的な位置と植生に従って、高山植生帯、森林帯、森林草原帯、平原帯、砂漠性草原帯、砂漠帯の6つの地帯に分類され、さらに、①高山、砂漠性草原帯、②森林、森林草原帯、③平原帯、④砂漠性草原、砂漠帯という4つの牧畜区に区分されている(バトゥール・ソイルカム 2004)。また、飼育している家畜は駱駝(ラクダ)、馬、牛、羊、山羊(ヤギ)により構成され、総称して五種畜(tavonhoshiyo mal)と呼んでいる(甫忽加甫, 1996)。これらはいずれも頑強であり、運動能力が高く、粗食に耐えるという特徴を持っているが、生理的特徴、採食習慣、移動能力は五種畜ごとに異なり、多様な気象条件によって発生するゾドの種類や被害の程度も大きく変化する(JIRIGALA, 投稿中)。しかし、モンゴルでは、羊は高山の湿地、タイガ地帯、砂漠の不毛地帯を除くほとんどの土地に適応し、昔から五種畜の総頭数に占める割合は大きく、適地では42%、最適地では58%以上を占めている。

そこで、本研究では、ホブド県、アルハンガイ県、ドルノド県、ウムヌゴビ県をモンゴル国の4牧畜区の実証県として選び（Fig.IV-1 参照）、また、全県で主要な家畜である羊を対象として、家畜の斃死率と気象要因との関係を統計解析することにより、気象条件の変動による家畜被害の相違を地域特性から明らかにすることを目的にした。

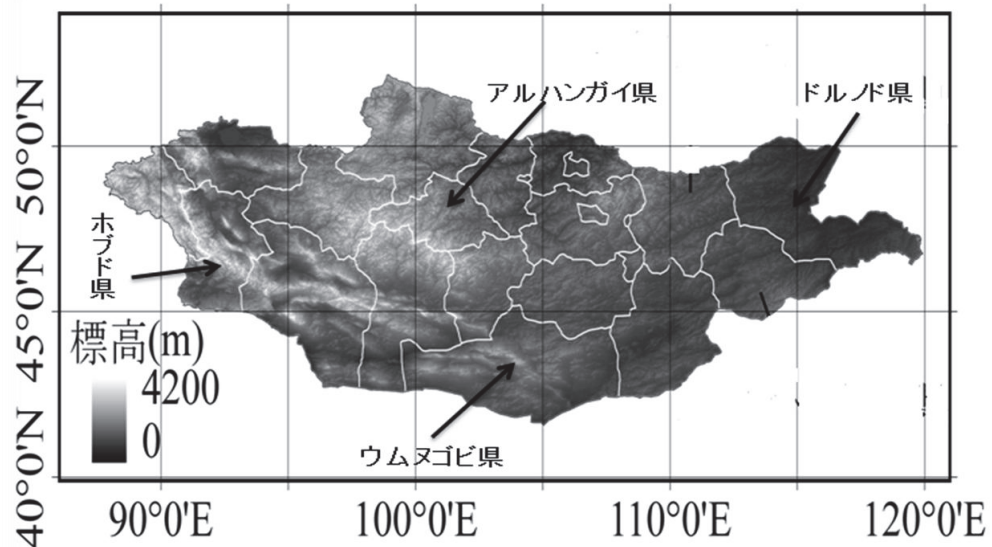


Fig.IV-1 ドルノド県の位置とモンゴル国の標高分布. 標高は GTOPO30 (Gesch et al., 1999), 行政界は Global Administrative Area (<http://www.gadm.org/>) を用いて作成した.

The location of Dornod prefecture and the elevation of Mongolia. GTOPO30 (Gesch et al., 1999) was utilized for creating elevation distribution and administrative boundaries are drawn based on Global Administrative Area dataset (<http://www.gadm.org/>).

2. 実証県の概要

2.1 高山, 砂漠性草原帯 (ホブト県)

高山, 砂漠性草原帯はモンゴル国の西部に位置し, バヤンウルギー, ザブハン, オブス, ホブド, バヤンホンゴル, ゴビーアルタイの 6 県が含まれる. 全国の山羊の総頭数の 50%を占め, 山羊, 羊, 駱駝の飼育に適している. 対象としたホブド県 (以下, H県と称す) はモンゴル国西端の 4000m 級の山々が連なるアルタイ山脈やその南北裾に位置し, 平均海拔はおよそ 2250m で, 対象とした 4 県の中では最も標高が高い. H県はアルタイ山脈を跨って南部がゴビ砂漠につながり, 北部がアルタイとハンガイ山脈により成形した大谷につながっている. 年間平均気温は -0.27°C 前後で, 年間降水量はおよそ 125mm と少ないが, モンゴルアルタイ山脈の万年雪に恵まれて, 湖が多く水資源が豊富であるのが特徴である (TableIV-1 参照).

2.2 森林, 森林草原帯 (アルハンガイ県)

森林, 森林草原帯にはアルハンガイ, ウブルハンガイ, トゥブ, ボルガン, フブスゲル, セレングの 6 県が含まれ, 牧草の生長がモンゴルでは一番良く, 全国の牛総頭数の 47%を占め, 牛, 馬, 羊の飼育に適している.

アルハンガイ県 (以下, A県と称す) はモンゴル国の中央部にそびえ立つハンガイ山脈の北部に位置し, 西と北面が高い山々に囲まれ, 最高地点のハルラグタイン・サルダグは 3539m, 東と南側が低く, 最低地点はオルホン川やタミル川流域の 1290m である. 1 年間を通じて 7 か月間の月平均気温が氷点下で, 年間平均気温は -3.6°C と対象とした 4 県の中で最も気温が低い. 一方で, 平均年間降水量

は 300mm で対象とした 4 県の中で最も降水量が大きく、モンゴル高原の中でも降雪量の多い地域である。A 県は 15% の面積が森林に覆われ、豊かな自然環境に恵まれて美味しい乳製品の産地として有名である。

2.3 平原帯（ドルノド県）

平原帯はモンゴル国の東部に位置し、ヘンティ、スフバートル、ドルノドの 3 県が含まれる。牧草条件が比較的良く、馬、羊、牛の飼育に適しているが、水が少ないため全国の家畜頭数の 13% しか飼育されていない。その中でもドルノド県（以下、D 県と称す）は、モンゴル国の最東端にあり、標高 600~800m の起伏の少ない平原をなしており、平均標高が 1,500m を超えるモンゴル国の中では低標高に位置する。そのため、平均気温はモンゴル国中北部と比較して 2°C 程度高く、年降水量はモンゴル南部のゴビ地方と比べても多い（JIRIGALA 等, 2013）。このように当県は比較的気象条件に恵まれていることから広域に広がる草原を利用して伝統的に羊と馬の放牧が盛んである（Templer et al., 1993）。

2.4 砂漠性草原, 砂漠帯（ウムヌゴビ県）

砂漠性草原, 砂漠帯はモンゴル国の南部に位置し、ドンドゴビ、ドルノゴビ、ウムヌゴビの 3 県が含まれる。この地域は不毛の砂漠地もあるが、多くの泉谷と温泉も存在し、バヤン・ブルドと呼ばれるオアシスが多数存在するため、駱駝、羊と山羊の飼育に適している。その中でもウムヌゴビ（以下、U 県と称す）県はモンゴル国の最南端のゴビ砂漠中央部に位置し、標高 1300-1500m、県内には約 100km² の面積のホンゴリン・エレス（砂砂漠）が広がり、標高 3000m に達する幾つかの山がある。自然の気候は変化に富んでおり、気温の年較差や日較差が大きくて、夏の最高気温は 45°C を超えるのに対し、寒風吹きすさむ厳冬の最低気温が

マイナス 40 度を下回ることも少なくない。年間降水量は 110mm 前後で対象とした 4 県の中で最も少なく、一方、年間平均気温は 5.7℃と最も高い。風速は 34～45m/s に達することもあり、日本に飛散してくる黄砂の発生源として有名である。U 県はモンゴル国で最大の面積を持ち、人口密度と家畜密度は最も低い。他県と比べると駱駝の頭数が多く、牛の頭数が少ないのが特徴である。

TableIV-1 実証県の概要
Outline of test provinces

実証県	H	A	D	U
牧畜区	高山草原	森林草原	平原	砂漠草原
位置	西部	北部	東部	南部
平均標高 (m)	2250	2000	700	1400
年降水量 (mm)	125	300	266	110
年平均気温 (°C)	-0.27	-3.6	0.33	5.70
面積 (万 km ²)	7.6	5.5	12.4	16.5
総人口 (万人)	8.2	8.5	6.8	6.1
人口密度 (人/km ²)	1.26	1.53	0.55	0.33
家畜頭数 (万頭)	227	360	145	176
家畜密度 (頭/km ²)	30	65	12	11
最適畜	山羊	牛	馬	駱駝

総人口と人口密度は 2010 年，家畜頭数と家畜密度は 2009 年

3. 気象条件

3.1 解析に使用した気象データ

本論文では、気象データとして CRUTS3.1 (University of East Anglia Climatic Research Unit (CRU) [Phil Jones, Ian Harris], 2008) を用いた。CRUTS3.1 は、地上観測データにもとづき統計的な内挿を施して算出された全球をカバーする月単位の長期気象データセットで (Mitchel, 2005), 空間解像度 0.5° で 1901~2009 年の期間で整備されている。このデータセットから 4 県の月平均気温および月降水量を抽出し、算術平均値を求めて県の代表値とした。さらに、モンゴル国全域で甚大なゾド被害が発生した 2010 年の気象データについては、各県に設置された 7~14 箇所の気象観測所で実測した値を平均したもので、モンゴル国科学アカデミーからの提供である。

3.2 気象条件の傾向

家畜の斃死に直接影響を及ぼすであろう気象条件として、1969 年から 2010 年までの 42 年間における実証県の気温と降水量について、平均値と標準偏差を **Table IV-2** と **TableIV-3** に示した。

実証県である 4 県は気象条件が大きく異なるので、積雪がある冬季期間もそれぞれ異なる。しかし、本論文では、4 県の月平均気温がいずれも氷点下となり積雪がある期間として 11 月から 3 月までの 5 か月間を冬季期間と仮定した。また、この期間の総降水量を年降雪量、それ以外の期間の総降水量を年降雨量として仮定した。

年平均気温と夏季 (6-8 月) 期間の平均気温は、ともに、最南端に位置する U

県(5.7°C,21.6°C)が最も高く、次いでD(0.4°C,18.7°C)、H県(-0.3°C,16.4°C)と続き、A県(-0.6°C,12.1°C)が最も低い。一方、冬季(11-3月)期間の平均気温は、A県が-17.7°Cと最も低く、次いでD県(-15.7°C)、H県(-15.4°C)の順に低く、これらに対してU県は-8.0°Cと明らかに高くなっている。また、1月と7月の気温の年較差はD県が最も大きく42.4°Cであるが、他の3県はいずれも40°C以下と小さい。

年降水量は、最も気温の低いA県の298.3mmが最も多い。当県は夏季の年降水量だけではなく冬季の降雪量も4県の中で最も多い。一方、U県は降雨量、降雪量ともに最も少なく、年間降水量は110.2mmである。次いで、H県が少なく、年間降水量は124.6mmである。

以上のことから、4県を気象条件で分類すると、U県は高温乾燥地域、A県は低温湿潤地域で、D県は温暖湿潤地域、H県は低温乾燥地域として対比できる。

Table IV-2 実証県の気温

Temperature of test province

実証県	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
H	-21.6	-18.1	-8.6	2.6	10.5	16.0	17.7	15.7	9.9	1.5	-10.3	-18.6	-0.3
	3.0	3.8	2.6	1.8	1.5	1.3	1.3	1.2	1.3	1.9	3.0	3.1	2.1
A	-23.0	-19.8	-12.0	-1.4	6.2	11.5	13.4	11.5	5.8	-2.4	-13.3	-20.3	-3.6
	2.7	3.5	2.8	2.3	1.4	1.5	1.5	1.3	1.5	2.0	3.0	2.6	1.1
D	-22.0	-17.9	-8.9	2.9	11.1	17.6	20.3	18.2	11.1	1.6	-10.4	-18.9	0.4
	2.4	3.0	3.1	2.0	1.4	1.7	1.1	1.2	1.2	1.6	2.4	1.8	0.9
U	-13.5	-9.3	-1.7	7.5	15.1	20.7	23.1	21.0	14.7	6.1	-4.0	-11.4	5.7
	1.9	2.8	2.2	1.9	1.1	1.1	1.3	1.1	1.2	1.7	2.2	2.0	0.8

上段：1969年から2010年の平均値(°C)，下段：標準偏差(°C)

TableIV- 3 実証県の降水量

Precipitation of test province

実証県	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
H	1.1	1.1	3.8	9	12.3	21	31.3	22.1	11.5	4.7	4.6	2.0	124.6
	0.6	0.2	0.4	1.1	2.1	5.7	11.9	7.7	2	0.6	0.6	0.2	17.6
A	1	1.6	5.4	13	24.7	54.2	87.6	71.5	23.5	9.6	4.3	1.7	298.3
	0.8	1.6	0.4	2	6	19.9	28.9	23.3	6	1.3	1.1	0.4	51.6
D	1.4	2.2	3.7	8.9	17.8	42.4	81.8	63.3	29.1	8.5	3.7	2.9	265.7
	0.2	0.7	0.7	1.4	5.8	17.5	29.1	26.3	11.7	1.3	1.1	1.2	50.9
U	1	0.8	2	4.4	8	14.7	31.5	29.1	12.1	3.9	1.8	0.7	110.2
	0.8	0.2	0.1	1.1	3.6	6.4	12.2	11.6	5.2	0.3	0.5	0.5	20.3

上段：1969年から2010年の平均値(mm)，下段：標準偏差(mm)

3.3 気象条件の経年変化

近年の地球規模の気候変動はモンゴル高原の気象条件にも強く影響し、主に気温の上昇と降水量の減少という状況で現れている。そこで、1969～2010年の42年間のうち、最初の10年間(1969～1978)と最後の10年間(2001～2010)の気象条件を **TableIV-4** に整理した。

1969～1978年と比べて2001～2010年の年間平均気温は1.4～1.9℃上昇しており、冬季の1月(0.6～0.8℃)よりも夏季の7月(1.6～2.4℃)の気温上昇が大きい。この中でも、南部のU県と北部のA県の7月の気温上昇が顕著でともに2.4℃上昇している。

一方、4県の年間降水量は減少しており、主に夏季の降雨量の減少が著しい。降水量の少ないU県とH県はともに降雨量の減少量が小さいが、降水量の多いA県とD県の降雨量の減少は激しく、2県ともに1969～1978年の降雨量の80%程度まで減少している。一方、降雨量の減少に対して、4県の降雪量が増加する傾向にある。

Table IV-4 気象条件の経年変動
Annual change of climatic conditions

実証県		H	A	D	U
年間気温	1969-1978	-1.0	-4.5	-0.6	5.0
	2001-2010	0.5	-2.6	0.9	6.4
1月気温 (°C)	1969-1978	-22.3	-23.6	-22.8	-14.1
	2001-2010	-21.7	-22.8	-22.2	-13.3
7月気温 (°C)	1969-1978	17.1	12.6	19.9	22.1
	2001-2010	18.9	15.0	21.5	24.5
年間降水量 (mm)	1969-1978	122.4	307.4	276.0	114.4
	2001-2010	117.5	261.4	221.0	96.5
年間降雨量 (mm)	1969-1978	109.8	293.7	262.9	108.4
	2001-2010	104.5	247.1	205.7	89.5
年間降雪量 (mm)	1969-1978	12.6	13.7	13.2	5.9
	2001-2010	12.9	14.3	15.4	7.0

4. 家畜の頭数と斃死率の変動

4.1 家畜総頭数の変動

モンゴル国で飼育されている家畜は駱駝（ラクダ）、馬、牛、羊、山羊（ヤギ）により構成され、総称して五種畜（tavonhoshiyo mal）と呼んでいる（甫忽加甫，1996）。そこで、1970-2010年のモンゴル国におけるこれら五種畜総頭数の推移を**Fig.IV-2**に示した。この図から、総頭数の変動の小さい安定した前期（1970-1990）と総頭数の変動の大きい後期（1991-2010）と分けられる。

モンゴル国では1950年代から社会主義集団化が強化され、1960年までに全国20万戸の遊牧民すべてがネグデルに加入し、農牧業生産と販売を集団で行うようになった。また、工業化、都市化、農耕の強化及びコメコン（COMmunistECONomic community: COMECON）加入によって、牧畜業以外の産業に多くの労働者が吸収され、専業牧民の人口割合が減少したという。この専業牧民人口割合の減少と集団化による牧民の生産意欲の低下によって、1990年までモンゴル全国において家畜総頭数はほぼ横這いであった。この時期を牧畜業の安定期或いは停滞期と言われ、地域の差は殆ど見られない。

その後のソ連崩壊に伴うコメコンの解散と1990年代の私有財産化と急速な市場経済化により、牧農業の主な生産組織であった国営農場やネグデルも崩壊し、第二、第三次産業は壊滅的な打撃を受け、そこで失われた雇用は遊牧民に転化した。その結果、急な専業牧民人口の増加は家畜総頭数の増加を招いた。

家畜総頭数において増加率の一番少ないD県でも2009年の総頭数が1450千頭となり、1970-1990年の平均1042千頭より1.4倍増加している。増加率の最も大きいA県では2009年の総頭数が3619千頭を超え、1970-1990年の平均1421千頭

より約 2.5 倍に増加した。その中で、1990 年以降の市場経済化および私有経営への移行期により、五種畜の構成割合に大きな変化が生じ、羊をはじめとして駱駝、馬、牛の四種畜の割合が地域によって程度が違いますがすべて減少し、カシミヤの取れる山羊の割合だけが圧倒的に増加した（バトゥール，2004; Saizen, 2010）。

一方、1999-2002 年と 2009-2010 年という 2 回のモンゴル全国を襲った大きなゾドにより家畜総頭数は激減したが地域差も見られ、D 県では 1999-2002 のゾドの被害は総頭数の変動に現れていない。

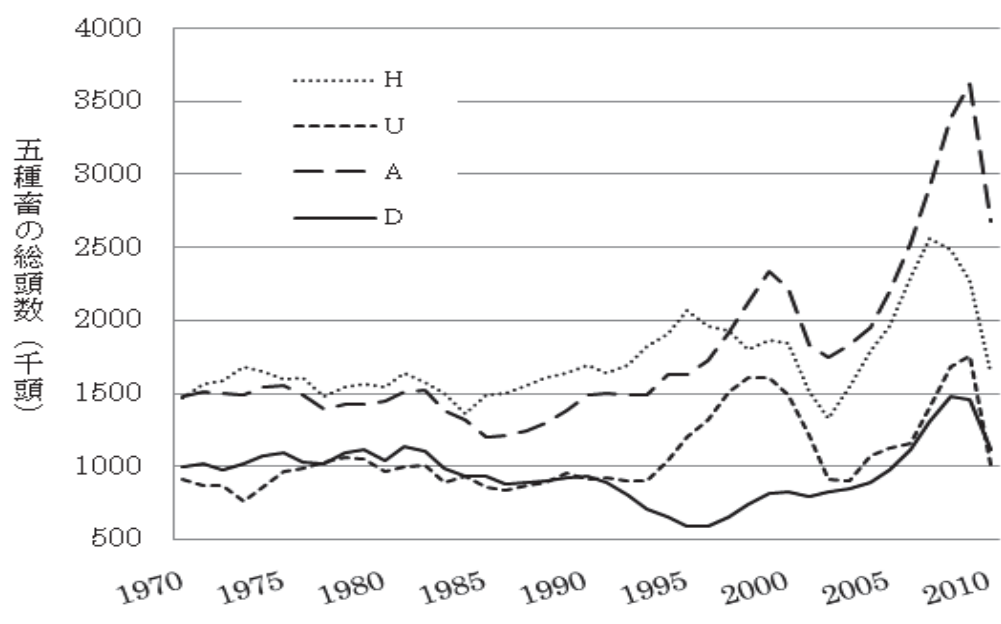


Fig.IV-2 実証県における家畜総頭数の経年変化
Annual change in livestock number of test provinces

4.2 羊の総頭数と斃死率の経年変化

1970年から2010年の41年間にわたる4県の羊の頭数と斃死率の経年変化をFig.IV-3に示した。斃死率とは一年間の斃死数が前年度の家畜総頭数に占める割合（JIRIGALA等，2013）として定義した。

H県における羊の頭数は、斃死率が5%以下の年が続くと900千頭強まで増加し、斃死率が5%を超過すると900千頭より減少する傾向が見られる。すなわち、当県の羊の頭数は、社会経済的な影響による長期変動が見られず900千頭前後で安定しており、主に気象要因によって変動している。A県の羊の頭数は2004年まで900千頭前後で推移していたが、それ以降は斃死率が低下したことによって羊の頭数は増加し続け2009年に1786千頭に達している。D県の羊の頭数は1983年まで700千頭前後で推移しているが、それ以降は減少し続け1996年に314千頭になっている。しかし、その後、斃死率の低い年が続いたことによって、羊の頭数は増加傾向にあり、2009年に約700千頭にまで回復した。U県の羊の総頭数はほぼ300千頭前後で推移しており、斃死率の低い年が続いた1994年から1999年にかけて総頭数が400千頭強まで増加している。しかし、5%以上の高い斃死率が4年間続いた2003年と、斃死率が36.2%となった2010年には212千頭まで減少している。以上のことから、長期に渡って五種畜の総頭数は社会・経済的な要因によって大きく変化したのに対して（Fig.IV-2）、羊の頭数は過去40年間において比較的安定しており（Fig.IV-3）、主に気象要因などの自然条件によって変化する斃死率と連動しているのが分かる。

41年間における羊の斃死率の経年変動は4県ごとに特徴がみられる。斃死率の平均値は地域によって異なり、H県：3.87%、U県：4.83%、A県：5.07%、D県：5.18%であり、4県の平均は5%弱（4.74%）であった。

平均斃死率が最も低かったH県は、斃死率が5%を超える年が8回と少なく、全国規模でゾドが発生した2002年と2010年のみ斃死率が15%を超える大きな被害があった。4県の中で最も平均気温が低いA県では、地球規模の温暖化の影響もあって平常年の斃死率が減少傾向にあるが、今までの41年間で斃死率が5%を超えた例は15回もあった。全国規模で発生した2001年と2010年では斃死率が20%を超える甚大な家畜被害があった。また、他県ではゾド被害が発生しなかった1977年にも斃死率が10%を超える大きなゾドが発生している。平均斃死率が最も高いD県では、斃死率の5%を超えた例は18回と多く、他県と同様2010年の斃死率が21.3%と最も大きい。全国的なゾドが発生した2001年の斃死率は5.8%と大きな値を示していない。しかし、他県では斃死率が高くなかった1980年に斃死率が16.0%と大きな被害が発生している。U県では平常年の斃死率は5%を超えることが10回と少なく、全国的ゾドが発生した2002年前後と2010年に斃死率が15%を超える大きなゾド被害が発生したが、それ以外の年では斃死率10%を超えるゾドは発生していない。

以上のように、ゾド被害でも全国規模の発生と、地域規模の発生に分類できる。2010年は全国規模で発生しており、その気象条件の特徴としては冬季の豪雪が原因している。H県では1月と2月、A県では2月と12月、D県では2月、3月、12月、U県で1月、2月、11月、12月に過去40年間で最大の降雪量を記録している。とくにU県ではその他に4月、5月、9月、10月の夏季に過去40年間で最大の降雨量も記録し、一年を通して天候が不順であった。さらに、2001年から2002年にかけて、モンゴル最東部のD県を除く3県で大きなゾドが発生した。しかし、その気象条件には各県に共通の特徴が見出せなかった。たとえば、H県では2001年12月の月平均気温がとくに低かったこと、A県では2001年11月の月平均気温

が過去 40 年間で最低であったこと，U 県では 2000 年～2002 年の夏季（6～8 月）において高温小雨であったことなどがゾド発生の要因として考えられるが，共通の傾向は見られなかった。

地域規模で発生したゾドとして A 県の 1977 年と，D 県の 1980 年が挙げられる。A 県の 1977 年は 1 月の平均気温が過去 40 年間で最低(-28.0℃)となり，それが原因となってゾドが発生したと考えられる。一方，D 県の 1980 年は 7 カ月間も月平均気温が氷点下を記録し（例年は 5 カ月），一年を通して気温が低く，当年 4 月に起こった暴風雪を含めて家畜が体温と体力を奪われて斃死率が大きくなったものと予想される。

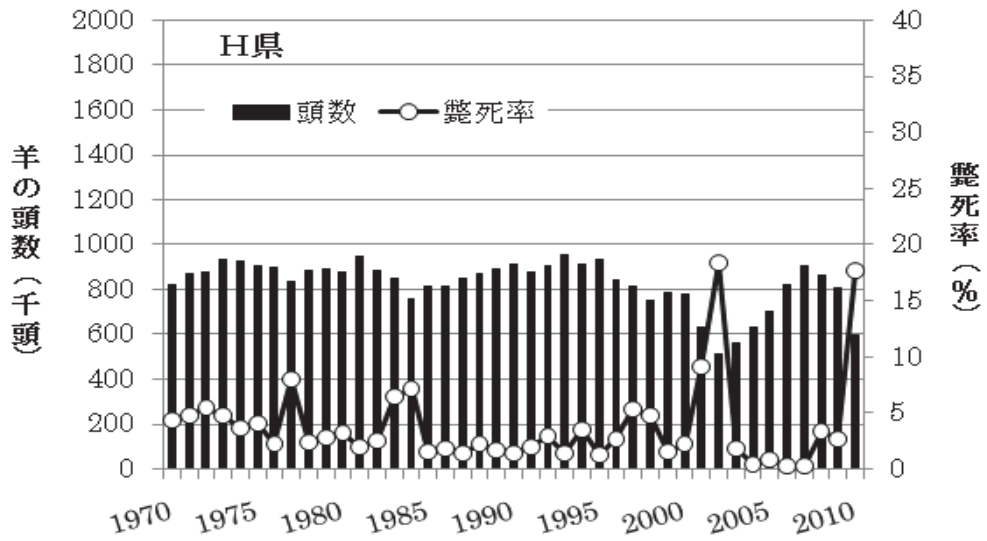


Fig.IV-3 羊の頭数と斃死率の経年変化
Annual change of number and mortality rate of sheep

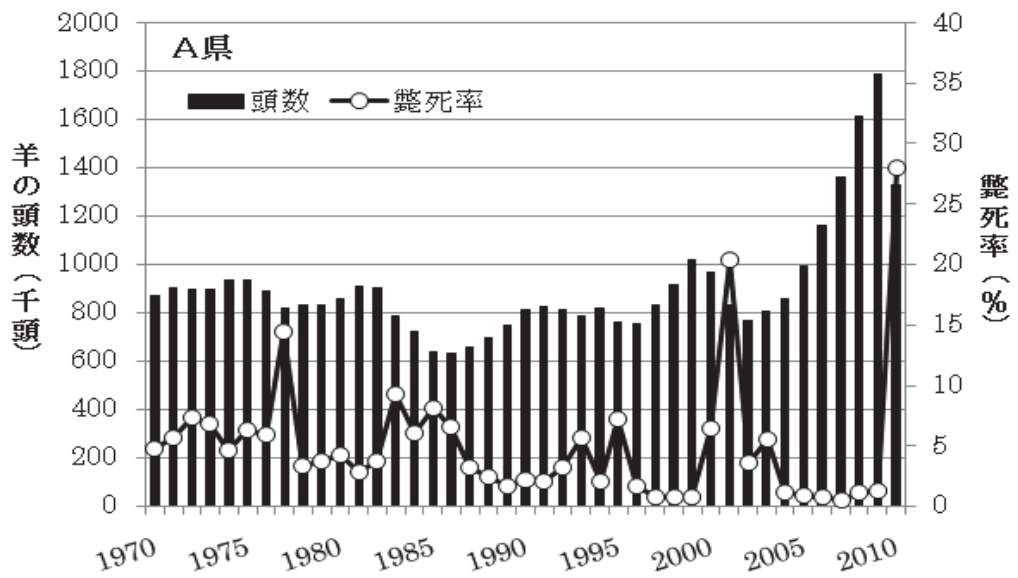


Fig.IV-3 羊の頭数と斃死率の経年変化
Annual change of number and mortality rate of sheep

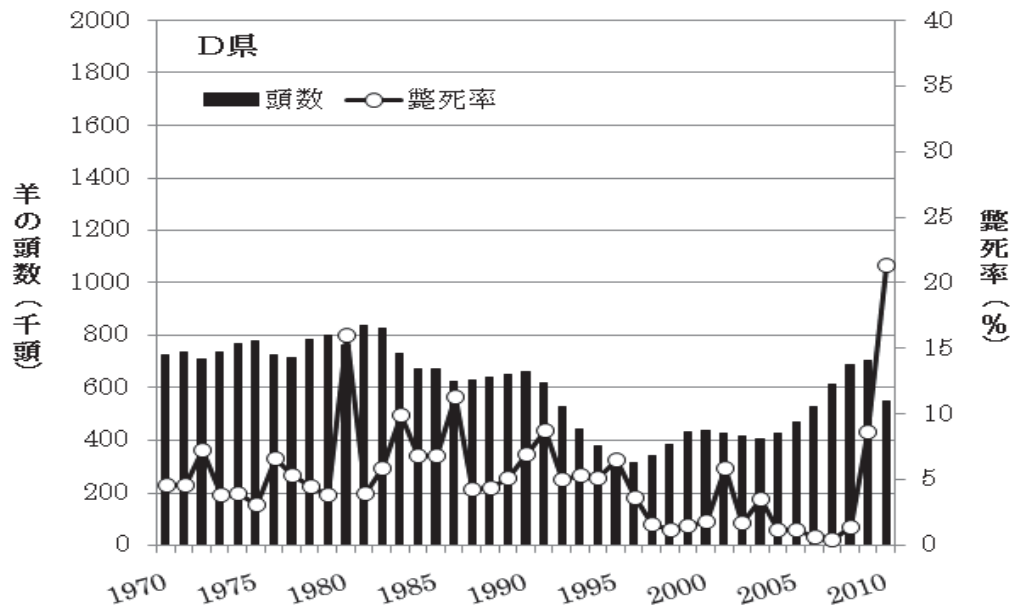


Fig.IV-3 羊の頭数と斃死率の経年変化
Annual change of number and mortality rate of sheep

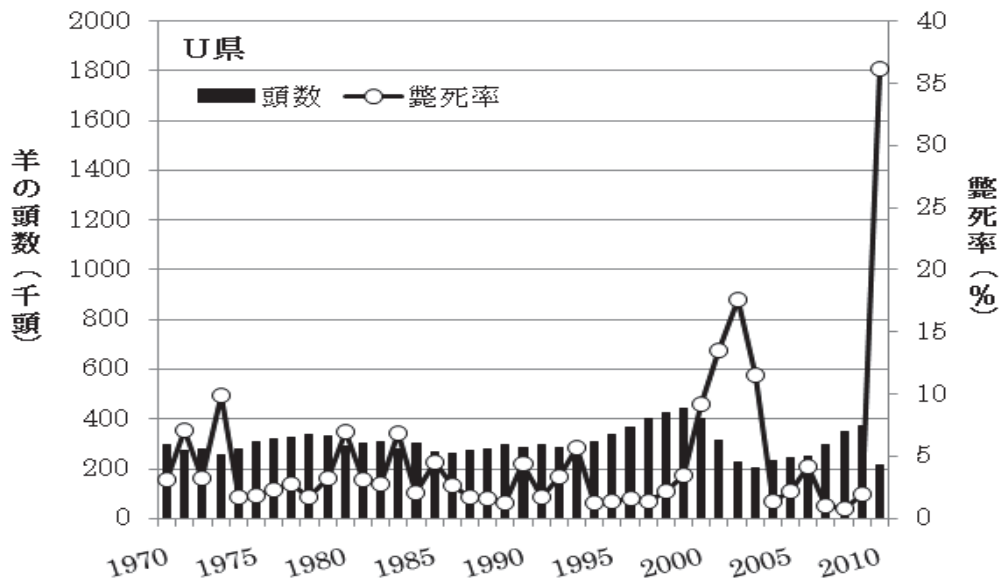


Fig.IV-3 羊の頭数と斃死率の経年変化
Annual change of number and mortality rate of sheep

5. 気象条件と家畜斃死率の関係

5.1 斃死率と各月の気象条件との相関解析

斃死数は毎年12月中旬に集計されるが、通常、家畜の斃死は同年の1月から4月の冬季に集中し、直接には当該年の冬季気象条件の影響を受ける。さらに、前年の夏と秋の気温や降水量により草原牧草の成長が異なり、冬前の家畜の体力にも大きな違いが生じるため（篠田雅人・森永由紀，2005；篠田雅人，2007），体力のない家畜が冬春期を乗り越えられず、最も弱ったものから順に斃死する。すなわち、前年を含めた2年間の気象条件が当該年の斃死数を決定する。そこで、1970～2010年のデータを用いて正規化した斃死率を独立変数、当年と前年における毎月の正規化した月降水量と月平均気温を説明変数として単相関解析を行い、各気象要因の標準回帰係数を求め、その結果を家畜ごとに **Fig.IV-4** に示す。なお、各月の気象要因の標準回帰係数をプロット（降水：○，気温：□）で、また、各月の標準回帰係数については、 F 検定で $p < 0.05$ である場合は、黒抜きで示した。

5.2 解析結果

月平均降水量や月平均気温などの気象条件の変動によって評価できるゾドとして一般的に下記の4種類があげられる。

- ① 「ガン・ゾド」：夏季に干害（ガン）が発生し草原の牧草成長が悪くなり、牧草が早く不足し、冬春季に牧畜が餓死することにより発生するゾド（小沢，1995）。
- ② 「ツァガン・ゾド」（白い災害）：多雪により植生が深い雪で覆われ、家畜が採食困難となることで発生するゾド。積雪により一面が白くなることからこのように呼ばれる。

- ③ 「フィテン・ゾド」(寒い災害)：極度に寒冷な日が長期継続することにより発生するゾド(小宮山, 2005).
- ④ 「ハラ・ゾド」(黒い災害)：冬春季の無降雪が原因で水不足により発生するゾド. 積雪がなく表土が黒く見えることからこのように言われる(小沢, 1995).
- ⑤ 「シールガ・ゾド」(風害)：長期間の暴風(嵐)により発生するゾド(尾崎, 2003).

そこで、実証県の斃死率と気象条件の変動から、ゾドの発生状況について上記の4種類に分類し、各県で発生するゾドの分類の特徴について明らかにする。

(1) H県

前年の1月から12月までの標準回帰係数は、降水量、気温とともに0.24から-0.20の間で変動し、前年の気象条件の影響が小さい。しかし、当年の1月以降の降水量と斃死率の標準回帰係数は0.51から-0.50の間で大きく変動し、とくに降水量の影響を強く受けている。

当県の降雪期間は11月から3月までの5ヶ月間であり、総降雪量の平均値は12.6mmと極めて少なく、4月になって山頂付近の万年雪や氷が溶けだしその流水が利用できるまで、残雪は家畜の貴重な飲用水となる。当年の1月と2月の降水量の標準回帰係数は0.51以上と全期間を通して最大となり、この期間の大雪によってツァガン・ゾドが発生している。しかし、3月になると降水量の標準回帰係数が一転して-0.50まで減少し、降雪が少なくなると家畜が飲用水を取れなくなり、ハラ・ゾドが発生している。

当県の10月は、山の上が既に氷点以下となり、万年雪によるせせらぎや小池も完全に凍結されて封鎖されている。牧民たちは山丘の高いところの寒冷や強風に

避けて、また山の谷に深い雪が集まって家畜の採食に影響するため山の中腹の冬営地に移動した時期である。降水は家畜にとって貴重な飲用水として利用される。当年 10 月の降水量の標準回帰係数が-0.33 まで減少しており、この時期の降水量の減少は家畜の健康に影響し、さらに斃死率を高くすると思われる。

以上の他、当年の 6 月と 11 月における気温の標準回帰係数がともに 0.32 と若干大きくなり、斃死率と有意な相関関係がある。毛の刈り取り時期の直前である 6 月の高温は家畜の負担になり、その後の病気の原因となることがある。また、屠畜は冬を乗り越えることのできないと予想される体力のない家畜から順に行われるため、屠畜の直前である 10 月が高温になると肉の冷凍の影響を考慮して屠畜を遅らせるため、その期間に体力のない家畜が衰弱死することなどが原因として考えられる。

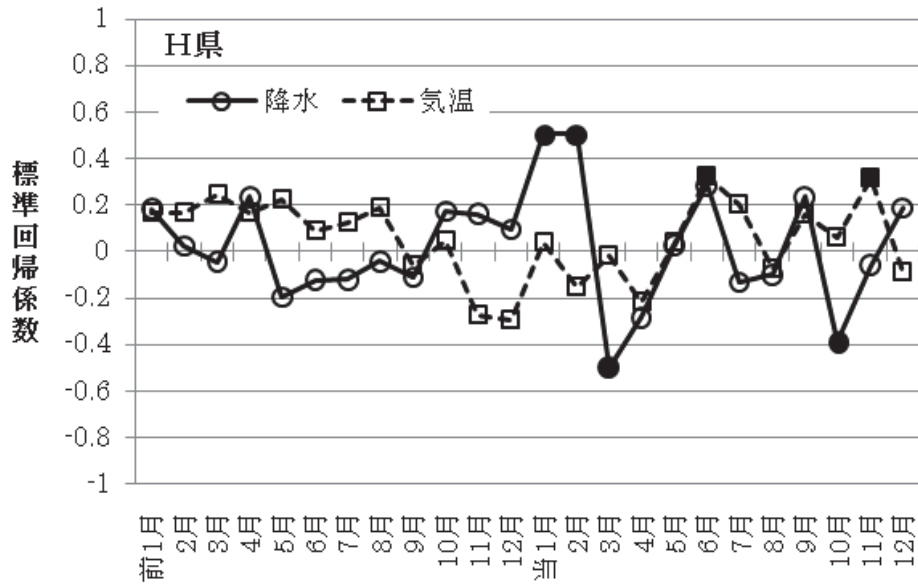


Fig.IV-4 月降水量，月平均気温と斃死率の相関関係
The relation between monthly precipitation temperature and mortality rate

(2) A県

A県は4県の中で最も気温が低いことから冬季期間が最も長く、10月から4月の7か月間も続く。また、夏季においては降雨量が多く気温も低いため、駱駝の不敵地、牛が最適畜とされている。Fig.4より、気温と降水量における標準回帰係数の変動は4県の中でも最も小さく、気象条件の影響が小さい県であると考えられる。

一年の中でも主に冬季期間の気象要因の影響を受けている。図4から、前年の11月～12月の低気温によるフィテン・ゾドや、当年3月と12月の豪雪によって発生するツァガン・ゾドによって、斃死率が増加する傾向がみられる。

5月から9月にかけての夏季期間では、気象要因の影響がほとんど見られないが、当年9月の気温が高いと斃死率が高くなる傾向が有意に見られる。A県は冬の訪れが早くて9月に雪が降ることは普通であるが、この時期の気温が上がれば病気が流行すると言われている。

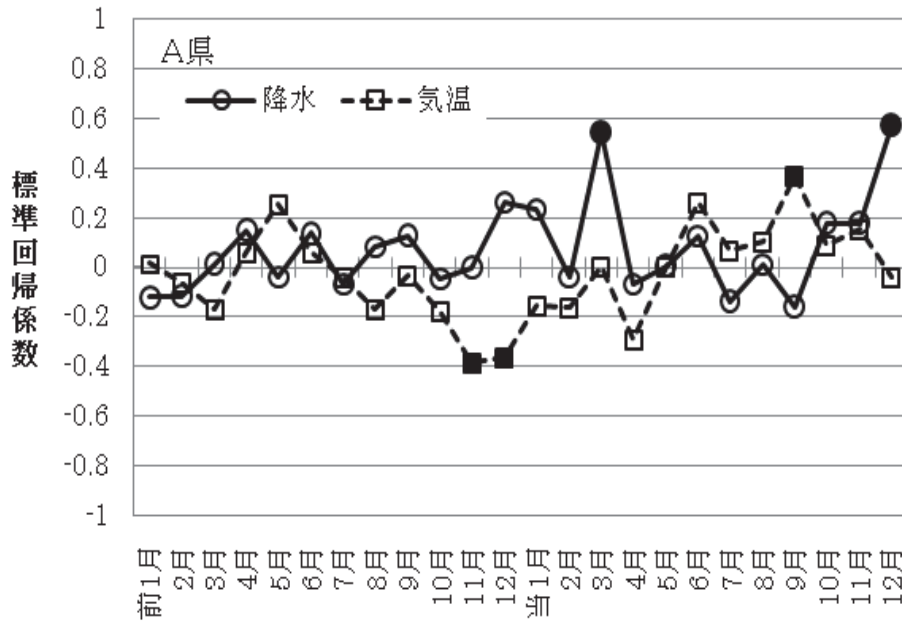


Fig.IV-4 月降水量，月平均気温と死亡率の相関関係
The relation between monthly precipitation temperature and mortality rate

(3) D 県

前年 11 月～当年 3 月と当年 11～12 月における降水量の標準回帰係数がそれぞれ約 0.4, 0.6 となっており, 冬季の積雪量が多いほど斃死率が高くなる傾向が顕著に見られる. さらに, 当年 4 月の気温の標準回帰係数が-0.6 と極めて低くなっており, 4 月の気温が低くなると斃死率が高くなる傾向を示す. 当県の気象的特徴として, 春季は暴風雪や砂嵐の起こりやすい時期であり, 4 月はそのピークであると言われている. また, 1980 年 4 月にはモンゴル国東部地域で大規模に発生した巨大な暴風雪によって大量の家畜が斃死し, このシールガ・ゾドが解析結果に反映している. 一方, 当年 4 月と 10 月の降水量の標準回帰係数が-0.4 前後と極めて低い数値を示し, この時期の降水量が少ないと斃死率が高くなる傾向を示している.

4 月と 10 月の降水量が減少すると斃死率が高くなる傾向が顕著に見られる. ドルノド県を含め東部地方は地表水の乏しい地域である. さらに, 気象特性を見ると, 4 月と 10 月は平均気温が 0°C 前後で, 冬季に家畜の飲用水として利用する積雪が溶け始めたり, 積雪が始まる時期に相当する. さらに, この時期の降水量は他の月と比べると非常に少なく, 5 月と 9 月の月降水量の平年値が 17.9mm と 28.6mm であるのに対して, 4 月と 10 月は 8.9mm と 8.6mm と少なく, 家畜の水分補給には十分な量ではない. この時期の降水量が少なくなるとハラ・ゾドが発生し家畜斃死率が大きくなる傾向がみられた.

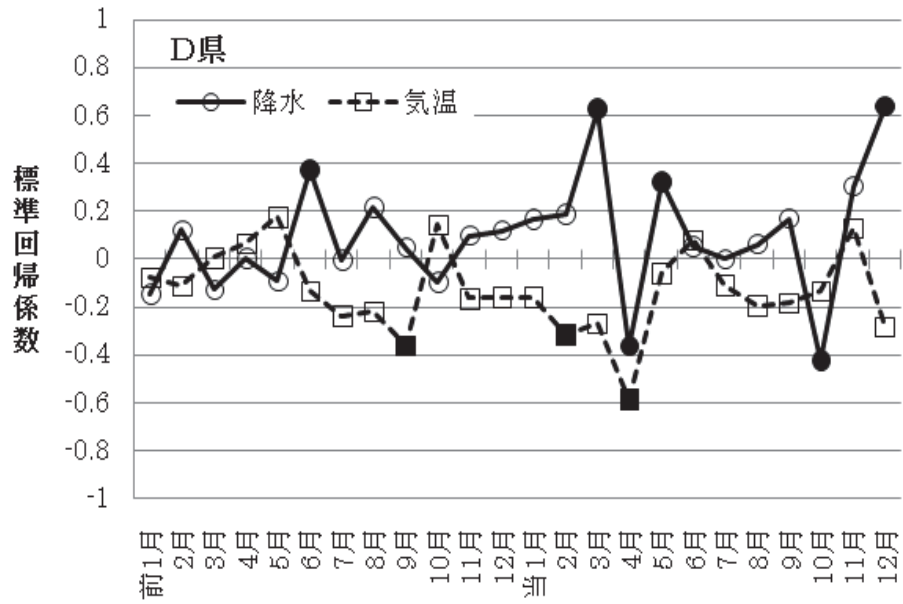


Fig.IV-4 月降水量，月平均気温と死亡率の相関関係
The relation between monthly precipitation temperature and mortality rate

(4) U 県

当県の家畜斃死率に対する月平均気温の標準回帰係数は 0.43 から-0.42 の範囲で変動し、また月平均降水量の標準回帰係数は 0.76 から-0.75 の間で大きく変動し、前述の他の 3 県と比較して最も気象要因の影響を強く受けていることが分かる。

まず、6~9 月までの夏季期間についてみると、斃死率が前年度夏季の気象条件の影響を受けているのが特徴である。すなわち、気温の標準回帰係数が正値に、また降水量の標準回帰係数が負値になっており、この期間の高温少雨によって家畜の斃死率が増加する傾向がある。これは、夏季の牧草生育の不良によりエネルギーを蓄積できなかった家畜が 11 月以降に迎える厳しい冬春季を乗り越えることができずに斃死し、ガン・ゾドが発生したことに起因するものである。この現象は、当年の 6~8 月の気象条件に最も顕著に表れ、夏季の高温少雨気象条件そのものが家畜の斃死につながることを示唆している。

さらに、当年の 4 月と 5 月、9 月と 10 月の降雨量の標準回帰係数が 0.58 以上と大きくなっているが、春秋の冷雨の影響によって家畜の斃死が増加していることを示している。

一方、11~3 月までの冬季期間についてみると、前年度も当年度も斃死率に与える気温の影響はほとんど見られない。しかし、他の 3 県と比較して最も降雪量の少ない県であるが、当年 1-2 月と 11-12 月の標準偏回帰係数が 0.60~0.75 と大きく、大雪によるツァガン・ゾドの発生が予想される。これに対して、当年 3 月の標準回帰係数が-0.75 と最も低くなっているがハラ・ゾドの発生によるものと考えられる。

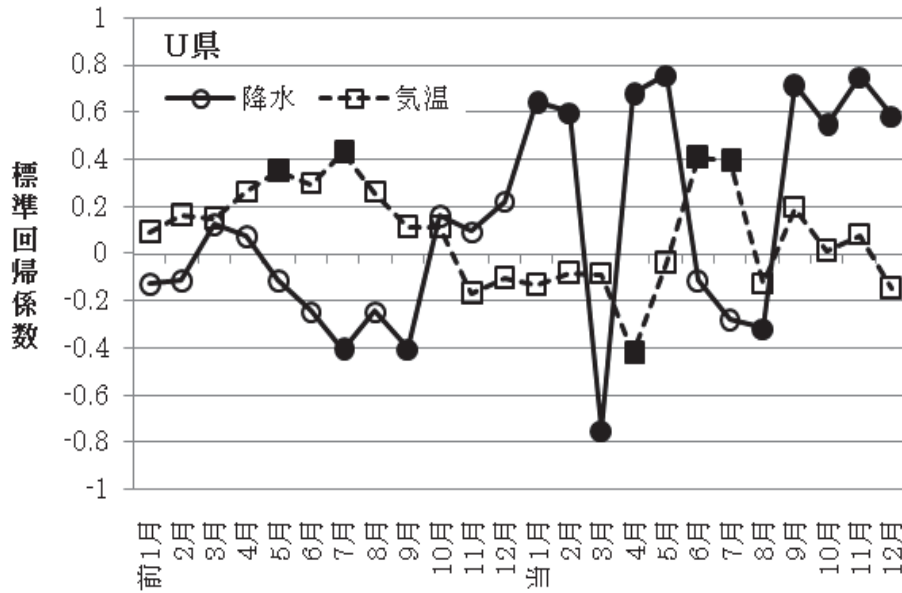


Fig.IV-4 月降水量，月平均気温と斃死率の相関関係
 The relation between monthly precipitation temperature and mortality rate

6. まとめ

ホブド県、アルハンガイ県、ドルノド県、ウムヌゴビ県をモンゴル国の4牧畜区の実証県として選び、全県で主要な家畜である羊を対象として、家畜の斃死率と気象要因との関係を統計解析などによって、気象条件の変動による家畜被害の相違を地域特性から明らかにした。その結果、以下のようなことが明らかになった。

1. 4 県とも冬季の豪雪によってツァガン・ゾドが発生している。とくに、2010 年に全国規模で発生したゾドの原因は 4 県とも主に冬季の記録的な豪雪によるものであった。
2. 高温少雨のウムヌゴビ県では夏季の異常な高温少雨の気象条件が影響してその年の冬季にガン・ゾドが発生し、家畜の斃死率が増加している。この現象は他の 3 県には見られない。
3. 降水量の少ないホブド県とウムヌゴビ県では 3 月の降雪量の減少によってハラ・ゾドが発生する傾向がある。
4. 4 県で最も気温の低いアルハンガイ県では、冬季の気温低下の影響によってフイテン・ゾドの発生が見られた。
5. ドロノド県では 4 月の長期間の暴風雪によってシールガ・ゾドの発生が見られた。

V. 総括

モンゴル国の将来を決定づける、環境保全型の新たな遊牧システムの創出を目指し、極めて重要な課題として立ち塞がるゾド災害の軽減に向けて、取り組むべき総合的対策を確立するための端緒を得ようとした。

そのため、まずはモンゴル国の東端に位置するドルノド県を対象に、ゾド被害を引き起こす気象要因の分析と評価を実施した。ドルノド県は平均標高が国内で最も低いことから平均気温が比較的高いが年較差が大きく、起伏が少ない平坦な草原地帯であることから、強風や暴風雪の影響を受けやすい。比較的降水量が多く牧草条件が良いが、地表水が乏しいという欠点もある。気象要因の分析からは、1970年頃より年平均気温が約 2℃上昇し、1990 年から夏季降雨量が減少する傾向が見られた。ゾドの発生頻度は約 3 年に 1 回程度との報告があるが、夏季少雨、冬季少雪、冬季低温の気象条件区分と家畜の斃死率との間には相関関係が見られない。これに対して、低温多雪年ではゾドの発生頻度が約 2 年に 1 回と増加する傾向が見られた。すなわち、冬季の多雪時には降雪量と斃死率の間に有意な正の相関関係が見られた上に、これに夏季の少雨や冬季の低温の条件が重なるとよりこの傾向が顕著になることから、当県で発生するゾド区分はツァガン・ゾドであることが明らかとなった。

次に、ドルノド県における長期の気象データと 5 種畜の頭数および斃死との関係を分析した。家畜総頭数の長期変動は主に社会・経済的要因に影響されているのに対し、斃死率の短期的な変動は主に気象要因の影響を強く受けていた。5 種畜間における斃死率の相関関係を解析したところ、牛・羊・山羊間の斃死率の相関係数は 0.64 以上と比較的高く、これら 3 畜の斃死に影響する気象要因が類似している

ことが示唆された。これら 3 畜は冬季の気象要因による影響を強く受け、大雪や極寒が原因で発生するツァガン・ゾドやフィテン・ゾドにより斃死率が高くなっている。特に牛は冬季の寒冷に弱い。一方、駱駝と馬間の相関係数も 0.65 と比較的高いものの、他の 3 畜間との係数は低く斃死率に影響する気象要因が異なることが示唆された。さらに駱駝と馬は冬季より夏季の気象条件に影響されているが、馬は夏季の低温、駱駝は夏季の低温多雨の影響を受けやすいことが明らかとなった。5 種畜全体では、当年 4 月の気温に影響を受けているが、これは春季の暴風雪と砂嵐の影響によるシールガ・ゾドであり、特に馬・羊・山羊はこの気象現象に弱いのに対して、駱駝と牛は比較的強いことが示唆された。

そして、以上の成果をモンゴル国全体での検証に役立たせることを目指した。しかし、広大なモンゴル高原では地域ごとに自然条件が異なるため気候変動の影響も大きく変化し、それによって発生するゾドの種類や被害の程度も異なることが予想された。そこで、全国を 4 牧畜区に区分する評定に従い、①高山・砂漠性草原帯からホブド県を、②森林・森林草原帯からアルハンガイ県を、③平原帯からドルノド県を、④砂漠性草原・砂漠帯からウムヌゴビ県をそれぞれ選抜した。また考察する家畜として羊を取り上げたが、これは羊が高山の湿地、タイガ地帯、砂漠の不毛地帯を除くほとんどの土地に適応し、また昔から 5 種畜中で育種される頭数が最多であることによる。そして、羊の斃死率と気象要因との関係を統計解析し、気象条件の変動による家畜被害の相違を地域特性から明らかにしようと試みた。その結果、4 県とも冬季の豪雪によってツァガン・ゾドが発生し、特に 2010 年に全国規模で発生したゾドの原因は、4 県とも主に記録的な豪雪によるものであった。次に、砂漠性気候のウムヌゴビ県では、夏季の異常な高温少雨の影響でその年の冬季に発生したガン・ゾドにより斃死率が増加したが、この現象は他の 3 県では見られなかった。

さらに、降水量の少ないホブド県とウムヌゴビ県では 3 月の降雪量の減少によってハラ・ゾドが発生する傾向にあること、4 県で最も気温の低いアルハンガイ県では冬季の気温低下の影響によりフィテン・ゾドの発生が見られたこと、ドルノド県では 4 月の長期間の暴風雪によってシールガ・ゾドの発生が見られたこと、などが明らかとなった。

以上、モンゴル国の将来の発展において必須の要件となる、環境保全型の新たな遊牧システムの創出に対し、深甚な影響を有するゾド災害の軽減を可能とする総合的対策の確立に向けて、検討を開始した。平原帯にあるドルノド県を対象とする分析の結果、家畜に与えるゾドの影響度に対しては、ある程度の実事関係の解明が出来たと考える。また、全国の 4 牧畜区を対象に、羊に対する気象条件の諸影響を分析し、それぞれの地域における被害の実態を明らかにすることが出来た。しかし、得られた成果はいまだ未熟な段階に止まっていると言わざるを得ず、自然現象を科学的に解析するにはデータの量と質に大きな問題が存在するため、今後ともその収集と精度の向上に努める必要がある。それと共に、現在ある伝統的な遊牧システムの優位性に対する再評価を進め、自然環境を破壊することなくさらに自然への依存度を減らす新たなシステムを希求することが望まれる。今後も繰り返し大規模なゾドが発生することは間違いなく、現場サイドにおける伝統的な蹄耕法などの復活や、草地栽培や草刈りなどによる家畜飼料の生産量増加、さらには厳寒や雪害を避ける家畜小屋の修築による斃死頭数の減少などと連動し、牛歩ではあっても着実に歩みを進めてゆきたい。

SUMMARY

In Mongolia, meteorological conditions have great impact on nomad by inducing a severe hazard such as dzud. The frequency of dzud has been influenced not only by meteorological conditions, but also by socioeconomic conditions. By using long term meteorological data and mortality of livestock, we attempted to clarify how meteorological conditions can affect the magnitude of dzud. Therefore, in this study, the relationship between meteorological factors and the dzud damage occurred in Mongolia, were analyzed from the following three topics.

1. Relationship between meteorological factors and changes in the total livestock population in Eastern Mongolia Dornod province
2. Relationship between meteorological factors and mortality of each five live stock in Eastern Mongolia Dornod province
3. Regional characteristics of dzud damage in Mongolia

In the first, the research was carried out in the Dorond province located in the most eastern Mongolia. The weather conditions was approximately uniform in all over the Doronod province where terrain relief was small, and nomadic industry has been actively carried out for a long time, which were the reasons why this province was suitable for analyzing. The following results were clarified from the analysis. Total

snowfall amount has shown a positive correlation with mortality when it exceeds the average snowfall amount. In addition, the correlation becomes clearer when less rainfall in summer or lower temperature in winter occurred at the same time. On the contrary to this, meteorological conditions such as less rainfall in summer, lower temperature in winter and less snowfall in winter have no correlations with mortality only by itself. These results imply that while main factor of white dzud can be recognized as meteorological conditions, occurrence of drought, black dzuds, and cold dzuds might be decided not only by meteorological conditions but also by other socioeconomic factors in Dornod prefecture.

In the second research, it was attempted to clarify how meteorological conditions can affect the mortality of five species of livestock; camel, horse, cow, sheep and goat, in Dornod prefecture located in the east Mongolia. At first, the total number of five livestock tended to be changed mainly according to long-term change of socioeconomic conditions, and those mortality rates were influenced by the short-term change of meteorological conditions. From the result of regression analysis which estimated the relationship between monthly meteorological conditions and mortality rates of five species of livestock, it was clarified that the mortality rate of camel and horse was influenced especially by meteorological conditions in summer. The

mortality rate of camel increased in summer season with low air temperature and much rainfall, and that of horse also increased in summer with low air temperature, but was little influenced by meteorological conditions of winter season. On the other hand, the mortality rate of cow, sheep and goat was increased in the heavily snowy conditions of winter season and with little precipitation of April and October when snowmelt and snowfall started respectively. Furthermore, it was clarified that the mortality rates of horse, sheep and goat were increased by low air temperature of April when heavy blizzard and sandstorm often occurred.

In the third study, Khovd, Arkhangai, Dornod, and Umnugobi provinces was selected respectively in 4 pastoral districts of Mongolia for carrying out the following analysis. The regional characteristics of livestock damage caused by variations in weather conditions were clarified by analyzing the relationship between the meteorological factors and mortality of sheep which were major livestock in the whole county. This analysis showed the following results: 1. Livestock was damaged by the heavy snowfall in winter in all provinces. 2. In Umnugobi province of the highest-temperature and the most drying area, many sheep starved to death in winter when the growth of pasture was degraded by high temperature and low rainfall in summer. 3. It caused livestock damage that the drinking water in winter was

insufficient by a decrease in snowfall of March in Umnugobi and Khovd provinces with less precipitation. 4. In Arkhangai province with the lowest temperature, livestock was damaged by low temperature in winter. 5. In Dornod province, the livestock was damaged by long-term blizzard in April.

謝辞

論文作成のために延長されて四年半となった研究期間を通じて、岐阜大学応用生物科学部教授の千家正照博士には、御多忙の中、終始変わらぬ懇切丁寧な御指導、御鞭撻を賜りましたこと、深く感謝申し上げます。

草原の国モンゴル（南モンゴル自治区）を離れ、初めて日本の土を踏んだ時から、間もなく10年になります。「日本で働き、お金を稼いで帰国する」というのが当初の目的でしたが、日本の安心・安全で美味しい食品を食べ、日本で給料をもらっているうちに、人権、自然環境、伝統文化などを守りつつ経済発展を遂げた日本の姿に感銘を受け、故郷のホルチン沙漠の自然環境や、モンゴルの伝統文化を保護するために、何とかしなければならぬと痛感し、日本で3年間勤めた仕事を辞め、40歳を過ぎて大学院に入りました。日本に来る前に、高校の教師として16年間勤めていたこともあり、モンゴルの将来を担う若者たちのために、自分の背中を見せようという思いもありました。

モンゴル高原などの乾燥地の環境修復について長年研究をされてきた岐阜大学応用生物科学部の天谷孝夫教授のご指導を頂き、2009年3月に修士課程を修了しました。同じ研究テーマを引き継いで進学しましたが、博士課程2年になると研究に必要なデータや基礎資料の入手が難しくなり、私自身も政治的な理由で南モンゴルでの現地調査を行なうことが不可能になりました。研究が行きづまり、苦しんだ末、大切なモンゴル環境研究や博士学位を諦めようと思った時もあります。副指導であった天谷孝夫教授は定年退職されたにもかかわらず、新たな研究テーマを選定して下さい、また、現地調査のためモンゴル国に同行して下さいました。それだけでなく、モンゴル高原に於ける自然環境の研究を超えて、モンゴルの歴史や文

化,モンゴル人としての在り方と行き先に関して,広い範囲のご指導をいただきました.謹んで感謝の意を表します.

モンゴル国における現地調査に際して,モンゴル国科学アカデミーのサムダン・シーレヴァディア (SAMDAN Shiirev-Adiya) 教授から貴重なデータの提供を頂くなど,多大な援助を受けました.また,私よりも10歳くらい年下の岐阜大学応用生物科学部准教授の大西健夫博士には,論文執筆に際して,多くの貴重な助言を頂きました.お二方の御助力なくしては本論文を完成することはできませんでした.ここに深謝申し上げます.

博士課程に進学してから今日まで,副指導の岐阜大学応用生物科学部准教授の西村直正博士と静岡大学農学部教授の土屋智博には懇切な助言をいただき,ました.誠にありがとうございました.

また,10年前に日本に来てから今までに,生活や政治活動を含めて多くの方々のご支援をいただきました.ここに深く感謝を申し上げます.

最後に,仕事と家事を両立しながら私の7年間の研究生活を必死に支えてくれた家内の牧野詩琴に感謝します.

引用文献

1. バトゥール・ソイルカム (2004) : モンゴル国の農業の概要 : 1990 年以降の市場経済化時代に着目して, 農業経営研究, 30, 139-158.
2. バトゥール・ソイルカム (2005) : モンゴル牧民経営の展開とゾド対応に関する考察 : 1990 年代以降の市場経済化過程を対象に, 農業経営研究, 31, 1-21.
3. Bolortsetseg, B. and G. Tuvaansuren (1996): The potential impacts of climate change on pasture and cattle production in Mongolia. In: Climate Change, Vulnerability and Adaptation in Asia and the Pacific [Lin, E., W.C. Bolhofer, S. Huq, S. Lenhart, S.K. Mukherjee, J.B. Smith and J. Wisniewski (eds.)]. *Water, Air and Soil Pollution* 91(1-2): 95-105.
4. Dagvadorj, D., L. Natsagdorj, J. Dorjpurev, and B. Namkhainyam (2009): Assessment Report on Climate Change 2009, MNET, Ulaanbaatar, Mongolia, 221-226.
5. IPCC (2007): Climate change 2007: the physical science basis. In: Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL, editors. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK, New York, USA: Cambridge University Press.
6. 小宮山 博 (2005) : モンゴル国畜産業が蒙った 2000~2002 年ゾド (雪害) の実態, 日本モンゴル学会紀要, no.35, 73-85.
7. 湊邦生 (2003) : 遊牧地域の環境問題, 日本環境会議「アジア環境白書」編集委員編『アジア環境白書 2003/04』東洋経済新報社, 205-210.
8. 湊邦生 (2004) : 移動牧畜と牧地管理の問題—モンゴル国を事例として—, 国際開発研究 13 巻 2 号, 1-12

9. Mitchell T. D. and P. D. Jones (2005): An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids, *International Journal of Climatology*, 25, 693-712, DOI: 10.1002/joc.1181.
10. 森永由紀, 小池崇子, 篠田雅人 (2005) : モンゴルの干ばつ・ゾドの気候学的研究, 日本地理学会発表要旨集, 68号, p.84.
11. Natsagdorj, L., & Dulamsuren, J. (2001): Some aspects of assessment of the *dzud* phenomena. In: *Papers in Meteorology and Hydrology*, 23 (3), pp.3-18. Mongolia: Institute of Meteorology and Hydrology press.
12. 尾崎孝宏 (2003) : 個人的経験としての自然災害 モンゴル牧民社会の事例, 鹿児島大学法文学部紀要人文科学論集, 207-222.
13. 尾崎孝宏 (2006) : モンゴル国東部牧畜地域における開発と移住」伊藤亜人先生退職記念論文集編集委員会 (編)『東アジアからの人類学—国家・開発・市民—』風響社, 207-222.
14. 尾崎孝宏 (2011) : ゾド (寒雪害) とモンゴル地方社会—2009/2010年冬のボルガン県の事例, 鹿大史学, 58, 15-33.
15. 小沢重男編著 (1995) : 現代モンゴル語辞典改訂増補版, 大学書林, p.216.
16. Saizen, I., A. Maekawa, and N. Yamamura (2010): Spatial analysis of time-series changes in livestock distribution by detection of local spatial associations in Mongolia, *Applied Geography* 30:639-649.
17. 篠田雅人 (2007) : 世界の乾燥地から見たモンゴルの気候-生態システム : その研究の潮流と展望, モンゴル植生変遷域ワークショップ, 37-38, 2007年1月, 筑波大学.
18. 塩見英恵 (2001) : モンゴル国における 2000年春のゾド報道から見えるもの, モンゴル研究, 19, 63-79.

19. 白須 孝 (2003) : 地域開発の展望 : 東部地域のケース, モンゴル研究会報告書—安定期に入ったモンゴル経済—, 日本貿易振興会海外調査部, 68-76.
20. Tachiiri, K., M. Shinoda, B. Klinkenberg, and Y. Morinaga (2008): Assessing Mongolian snow disaster risk using livestock and satellite data, *Journal of Arid Environments* 72: 2251-2263.
21. Templer, G., J. Swift and P. Payne (1993): The changing significance of risk in the Mongolian pastoral economy, *Nomadic Peoples* 33:105-122.
22. University of East Anglia Climatic Research Unit (CRU) [Phil Jones, Ian Harris] (2008): CRU Time Series (TS) high resolution gridded datasets, [Internet]. NCAS British Atmospheric Data Centre, http://badc.nerc.ac.uk/view/badc.nerc.ac.uk__ATOM__dataent_1256223773328276 (確認日 : 2012/3/7).
23. Yatagai A. and T. Yasunari (1994): Trends and decadal-scale fluctuations of surface air temperature and precipitation over China and Mongolia during the recent forty-year period (1951–1990), *Journal of the Meteorological Society of Japan* 72: 937–957.
24. バトゥール・ソイルカム・小松知未・森田泰之・志賀永一 (2010) : 2000/01年ゾドにおける被害の畜種別規定要因, 農経論叢, 65, 69-81.
25. Gesch, D. B. Verdin, K. L., and Greenlee, S. K. (1999): New land surface digital elevation model covers the earth. EOS, Transactions, American Geophysical Union, 80(6), 69-70.
26. JIRIGALA, 大西健夫, 千家正照, SAMDAN Shiirev-Adiya(2013) : ゾド被害を引き起こす気象要因の分析と評価—モンゴル国東部ドルノド県を対象にして—, 農業農村工学会論文集, 283, 33-40.
27. 三輪睿太郎監訳 (2004) : ケンブリッジ世界の食物史大百科事典 2, 主要食物 :

栽培作物と飼養動物, 朝倉書店.

28. 森永 由紀・篠田 雅人(2003) : モンゴルの自然災害ゾドー気候学からみたモンゴル高原一, 科学 75(3),573-577.
29. Natsagdorj, L., and Sarantuya, G. (2004): On the assessment and forecasting of winter-disaster (atmospheric caused dzud) over Mongolia. In the sixth international workshop proceedings on climate in arid and semi-arid regions of Asia, Ulaanbaatar, Mongolia, 25-26 August 2004, ed. D. Azzaya, 71-87, Ulaanbaatar: ADAMON.
30. 森永由起・篠田雅人 (2003) : モンゴルの自然災害ゾド. 科学73,573-577.
31. 甫忽加甫(1996) : 遊牧生産方式の展開過程に関する実証的研究—中国新疆におけるアウル組織の性格変化を対象として—, 北大農邦文紀要, 20(1),59-177.
32. 賽那(2007) : 自然にやさしかった遊牧の社会文化—環境倫理学からの考察 —, 現代社会文化研究 40,169-186.
33. 篠田雅人・森永由紀 (2005) : モンゴル国における気象災害の早期警戒システムの構築に向けて, 地理学評論, 78(13), 928-950.
34. Tuvaansuren,G(1986): Result of zoo-meteorological observation in Mongolia. Papers in meteorology and hydrology 11, 132-145. (in Russian)
35. バトゥール・ソイルカム (2004) : モンゴル国の農業の概要 : 1990 年以降の市場経済化時代に着目して, 農業経営研究, 30, 139-158.
36. IRIGALA, 大西健夫, 千家正照, SAMDAN Shiirev-Adiya(2013) : モンゴル国東部ドルノド県における五種畜の斃死と気象要因の関係, 農業農村工学会論文集(投稿中).
37. 篠田雅人・森永由紀 (2005) : モンゴル国における気象災害の早期警戒システムの構築に向けて, 地理学評論, 78(13), 928-950