

多年性雪渓

多年性雪渓は氷河になるのか（多年性雪渓と氷河との違い）

多年性雪渓がどのように氷河へ遷移していくのかは別として、小さな氷河は、多年性雪渓的な性格ももつと考えられる。そこで“多年性雪渓は氷河になるのか”という問題に関して、北大低温研を中心に1985年から研究が行われている大雪山ヒサゴ雪渓を例に考える。

ヒサゴ雪渓

- ・トムラウシ山の北北東約3km
- ・標高：1690～1760m
- ・吹き溜まり涵養
- ・内部に5m位の氷体が存在
- ・1985年から越年規模が測定されている。
- ・越年規模は旭川の夏季平均気温とよい相関があるが、冬季降水量とは相関がない。（山口ら、1998）

解析

<ヒサゴ雪渓上の日平均気温の推定>

ヒサゴ雪渓上の気温を以下の方法で推定する。

ヒサゴ雪渓上の日平均気温はヒサゴ小屋の日平均気温と等しいものとする。

ヒサゴ小屋において1995年から1997年の約2年間継続的に測定された日平均気温とふもとの气象台（旭川）の日平均気温との関係を求める（図1）。

その関係を用いてふもとの气象台の日平均気温より推定する。

旭川の日平均気温（ T_a ）とヒサゴ小屋の日平均気温（ T_h ）の間には以下のような関係が見られた。

$$T_h = 1.032 \times T_a - 8.8637 \quad (R=0.97)$$

<消耗量の推定>

兒玉ら（1993）は1990年夏にヒサゴ雪渓上で融解量と日平均気温との関係を調べ以下のような関係式を求めた。

$$M = 7.6 \times T_h + 10.6 \quad (\text{mm: 水当量}) \quad (R=0.92)$$

を用いて求めたヒサゴ雪渓上の日平均気温とより各年の融解量を推定する。

< 質量収支の推定 >

1991年より光波測距儀によって行なわれる表面高度の測量結果（図2）並びに1994年秋における基盤までのボーリング結果（厚さが約7300mm）より各年の測量時の厚さを求める（表1）。

測量後の融解量を式、式並びにフィルンの平均密度(600kg/m³)より見積もり消耗期終了時の各表面高度を求める（表1）。

同じ地点に注目し、前年と厚さを比較することにより表面低下量を求める。

求めた表面低下量に、フィルンの平均密度(600kg/m³)をかけて水当量に換算し質量収支を求める。

表 1.ヒサゴ雪渓における厚さ変化

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
測量時の厚さ(mm)	3600	7342	13807	7462	6604	9119	8060
測量後の消耗量(mm)	1724	968	915	752	1641	984	974
消耗期終了時の厚さ(mm)	1876	6374	12892	6710	4963	8135	7086

（注）測量後の消耗量は、式より求めた消耗量（水当量）を密度(600kg/m³)で割って厚さにしている。

< 涵養量の推定 >

質量収支というのは以下の様に表すことができる。

$$(\text{質量収支}) = (\text{消耗量}) + (\text{涵養量})$$

従って涵養量は以下のようにして求めることができる。

$$(\text{涵養量}) = (\text{質量収支}) - (\text{消耗量})$$

今まで求めた質量収支並びに消耗量を式に代入することによりヒサゴ雪渓における各年の涵養量を求める（表2）。

表 2.ヒサゴ雪渓における質量収支並びに涵養量、消耗量

	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97
厚さの 変化(mm)	4498	6518	-6182	-1747	3172	-1049
質量収 支 (mm)	2699	3911	-3709	-1048	1903	-659
消 耗 量 (mm)	11792	11468	14732	13235	12126	12464
涵 養 量 (mm)	14491	15379	11023	12187	14029	11805

(注)質量収支は厚さの変化に密度(600kg/m³)をかけて水当量にしている。

(涵養量) = (質量収支) - (消耗量) で涵養量を計算。

考察

< 雪渓の厚さと涵養量の関係 >

図 3 にヒサゴ雪渓における n 年の冬期(n-1 年 11 月 ~ n 年 3 月)涵養量と旭川の冬季降水量との関係を示す。両者の間には相関は見られない。

ヒサゴ雪渓において吹きだまりによる涵養量を Ms、降雪による涵養量を Mp とする。山岳地帯の冬期降水量は高度の増加に伴って増加する傾向があり、その増加率は yamada(1982)によると 0.8 ~ 1.1m・water/km となる。旭川の気象台の標高は 112m、ヒサゴ雪渓の標高を 1650m とし、増加率を 1.0m・water/km とすると Mp は

$$M_p = M_a + 1538 \quad (\text{mm} \cdot \text{water})$$

となる。ここで Ma は旭川における冬期降水量である。

吹きだまりによる涵養量 Ms は

$$M_s = M_h - M_p = M_h - (M_a + 1538) \quad (\text{mm} \cdot \text{water})$$

となる。ここで Mh はヒサゴ雪渓における冬期涵養量である。

によって求めた吹きだまりによる涵養量(M_s)と雪渓の厚さとの関係を図 4 に示す。雪渓の厚さと吹きだまりによる涵養量との間にはよい相関があり

$$M_s = -0.3714 \times H + 13725 \quad (\text{mm})$$

で表すことができる。

これは越年する雪渓の厚さが増加すればするほど吹き溜まりによる涵養量が減少することを示している。

<モデル>

ヒサゴ雪渓の気候変動に対する応答を見る為にモデルを作成する。

<消耗量>

ヒサゴ雪渓上の気温の平均(1991年～1997年)値より、気温を sin カーブで近似(図 5)。

それらの値と式より年間消耗量を決定

<涵養量>

M_p : 旭川の平均降水量(400mm) + 1538 (mm)

M_s : より計算

<条件>

多年性雪渓のない状態から雪渓の厚さの変化をみる。

<結果>

図 6 に結果を示す。雪渓は 14 年で定常状態に達しその後の厚さは変化しなくなる。また現在より気温が変化すると越年する厚さは変化するが、ともに 15 年くらいで定常状態に達してしまう(図 6)。これは、ヒサゴ雪渓において気温が下がったとしてもそんなには大きくなれないということを表している。

図 7 に降水量の変化による越年する厚さの変化を示す。降水量の変化によっても越年する厚さは変化するが、気温の変化のように劇的には変化しない。これは、ヒサゴ雪渓においては涵養の大部分を吹きだまりによって占められている為であると考えられる。

今回もちいた条件においては、ヒサゴ雪渓は流動を始めるまで厚くなることができない

かった。このことは多年性雪渓が単純に氷河にならないという可能性があることを示している。なお、今回の条件では雪渓周辺以外の積雪は越年することができない。

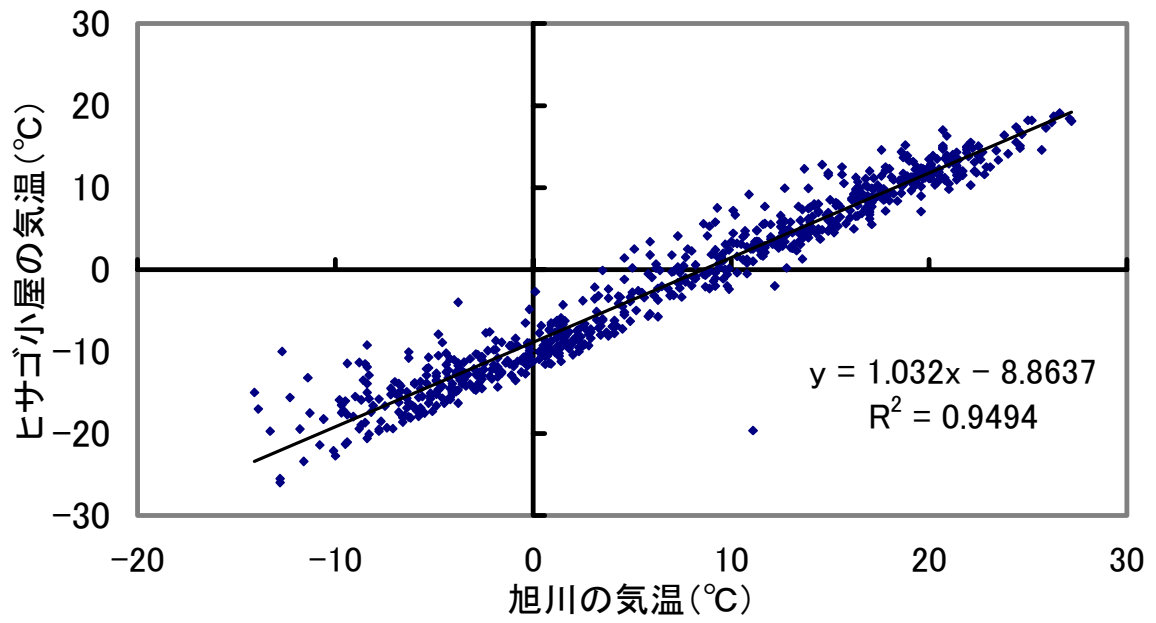


図1 旭川とヒサゴ小屋の気温の関係

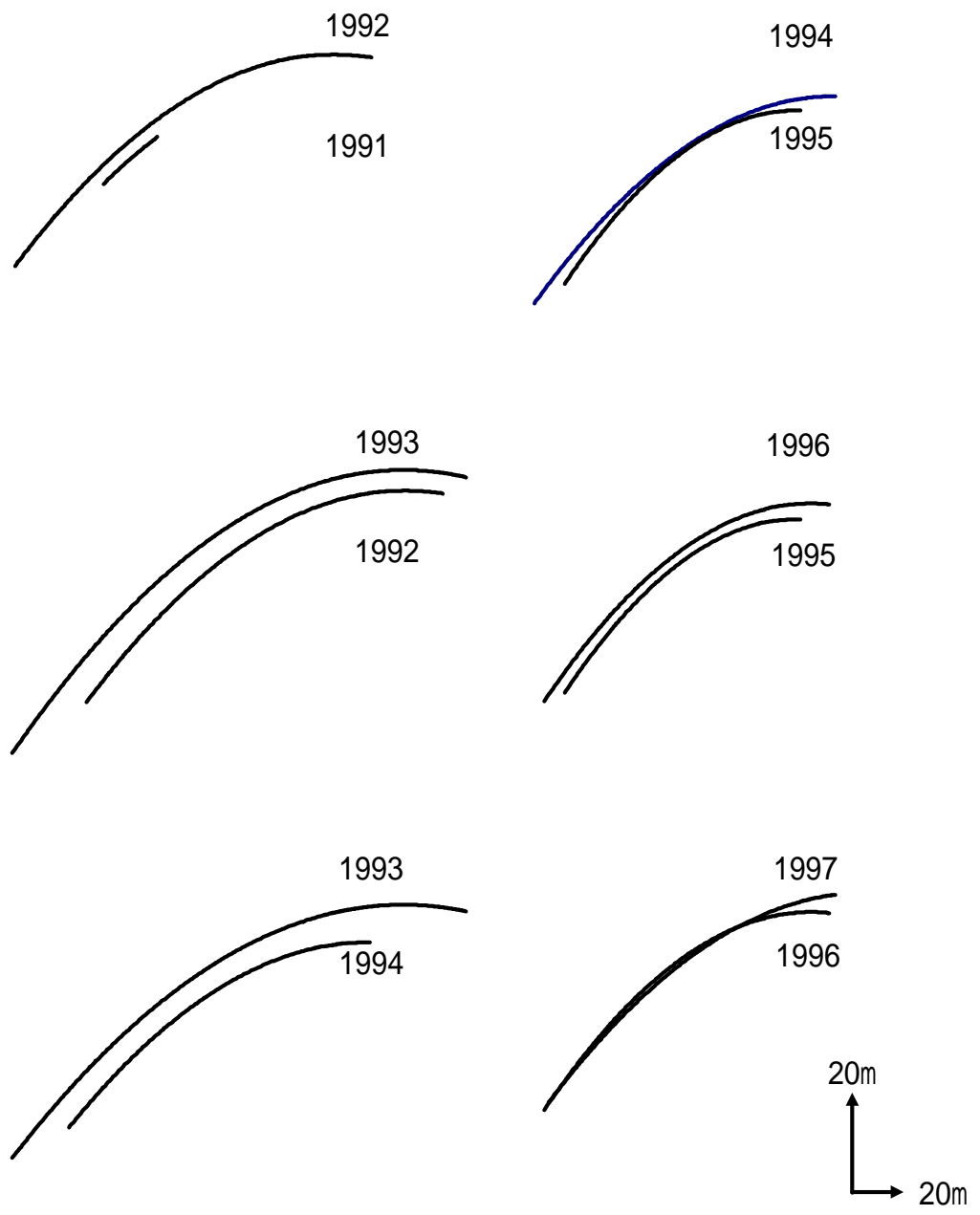


図 2 表面高度の測量結果

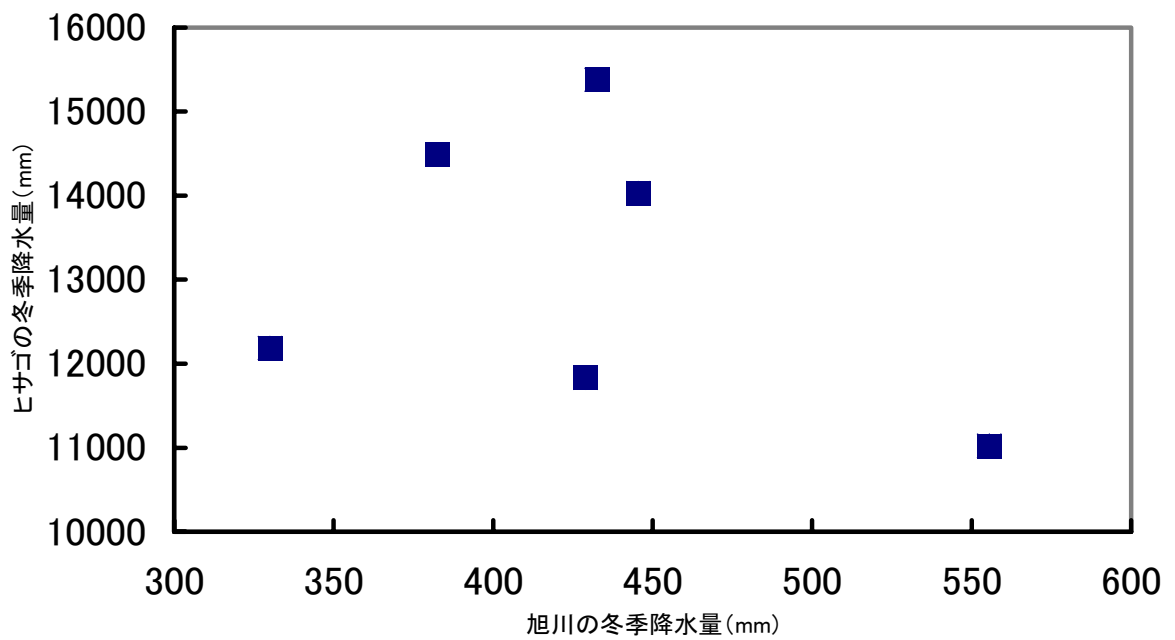


図3 旭川の冬季降水量（11月～3月）とヒサゴの冬季涵養量

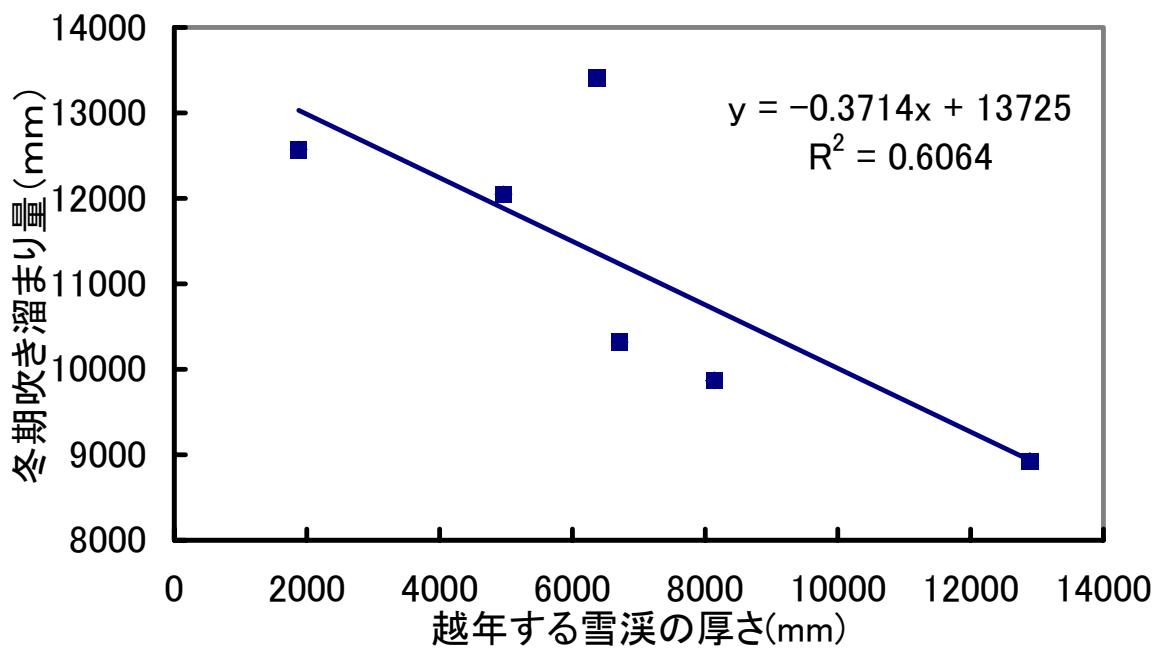


図4 越冬する雪溪の厚さと吹き溜まり量

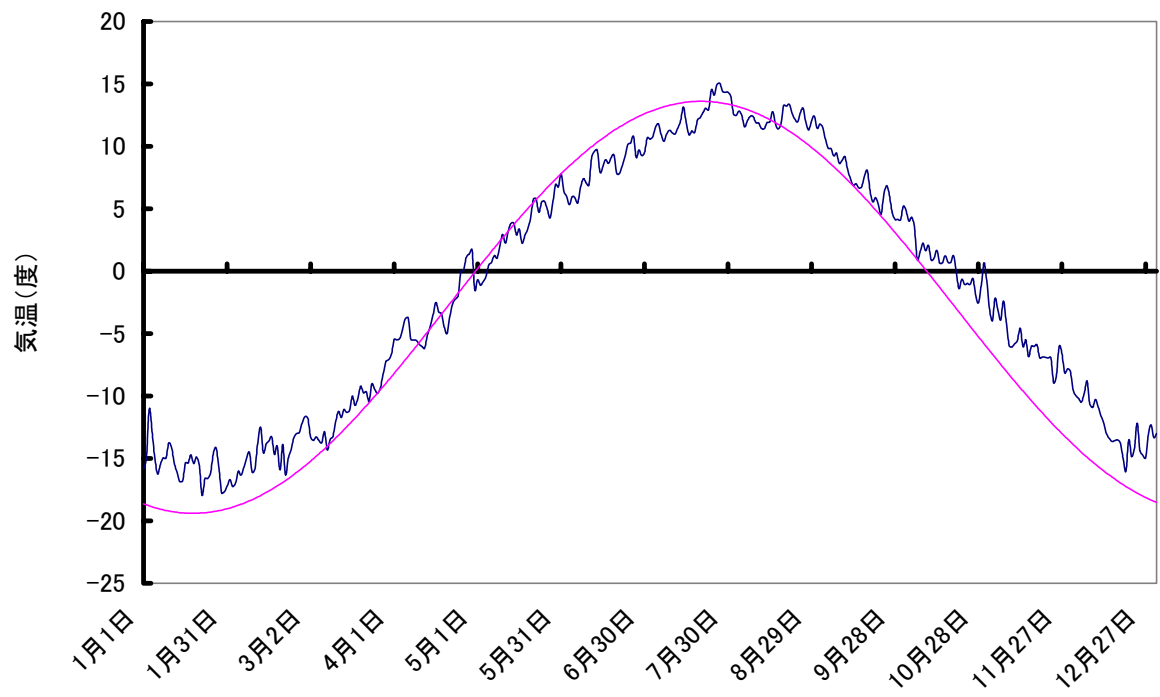


図5 ヒサゴの気温(1995-97の平均)とsin近似

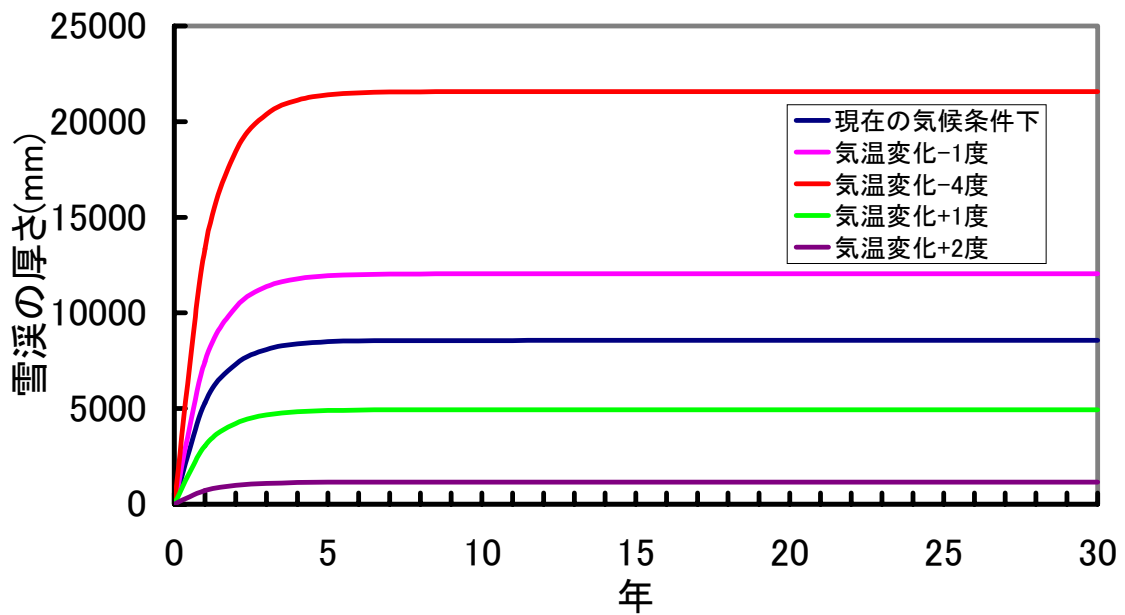


図 6 気温を変化させた時の越年規模の計算結果

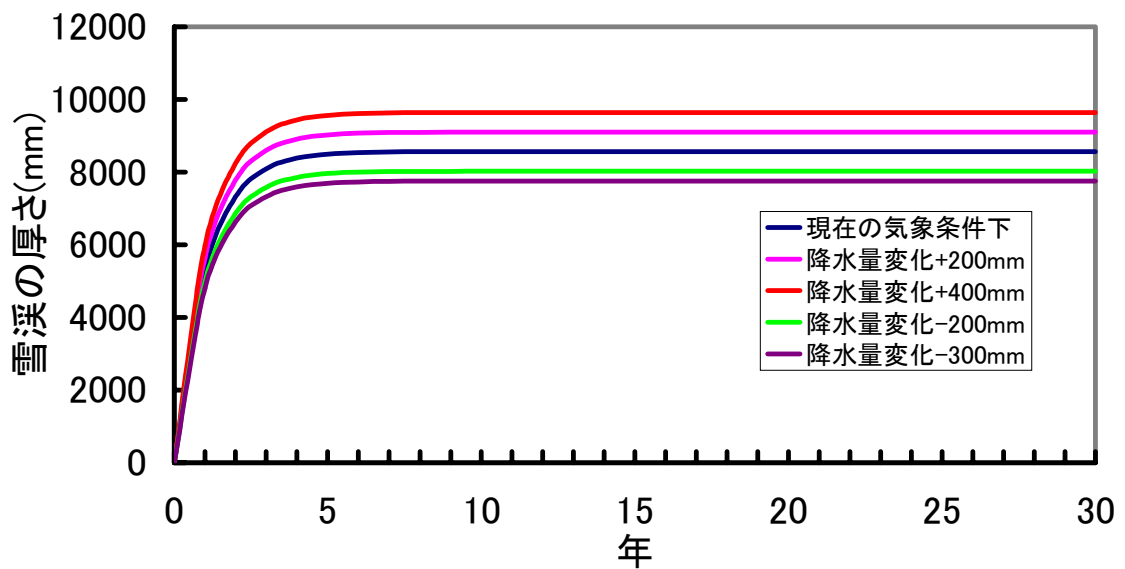


図 7 降水量を変化させた時の越年規模の計算結果