

昼ゼミ

一 中国東北地方アルカリ塩に関する研究

M2 汪雁楠

東北地域はどこ？

地図



ソンネン平原

◆ 過灌漑, 過放牧, 人口の増加

乾燥地, 半乾燥地において灌漑による浅層地下水の上昇が, 農地の塩類集積を促進するという問題が指摘されている。

◆ 植生密度の減少により, 土壌表面の水分蒸発量が増加し, 上層土壌の塩類化がもっと深刻になる。重度の塩類化地域では, 植生カバーを増やすのが土壌改良の手段の1つである。

◆ 中国には約 430 種類の塩生植物を持つ, 塩類集積土壌の改良や利用において貴重な資源である。



Li Wang, Katsutoshi Seki, T. Miyazaki, Y. Ishihama. The causes of soil alkalization in the Songnen Plain of Northeast China. *Paddy Water Environ* (2009) 7:259–270

Effects of complex salt and alkali conditions on the germination of seeds of *Puccinellia tenuiflora*.
YANG CW et. al,

複合的な塩とアルカリのストレスが
*Puccinellia tenuiflora*の発芽への影響

Abstract



*Puccinellia tenuiflora*はイネ科の多年生草本植物，中国北方地域および世界中のアルカリ性牧草地に広く分布している。人工的に播種するはアルカリ性塩化草原を管理する有効な方法の一つである。

塩害関する植物ストレス研究は，NaClを対象に行った研究が多いが，複合の塩のストレスに対する研究は少ない，そして種子発芽に関する研究はなかった。（当時）

実際，内陸の塩害は中性とアルカリ性の塩両方も含めたのが多かった。

Materials and methods

- ◆ 中性塩: NaCl、Na₂SO₄

アルカリ性塩: Na₂CO₃、NaHCO₃

(アルカリ性の強さでA、B、C、D、4処理区に分ける)

- ◆ 処理区毎に、50、100、150、200、250和300 mmol/L、6の濃度を設定する。2、3、4、5、6で印をつけた。

- ◆ 4x6x3=72培養皿(200個/皿)

- ◆ 発芽率と発芽勢の測定

発芽勢 = 規定な時間内発芽種子数 / 全種子数 × 100 %

発芽率 = 発芽終了の時発芽した種子数 / 全種子総数 × 100 %

毎日発芽数を数える。第7日発芽勢を計算する、第15日発芽率を計算する。

Table 1 Salt composition and its molar ratio of various treatments

処理組	塩組成及摩尔比			
Treatment	Salt composition and molar proportions			
group	NaCl	Na ₂ SO ₄	NaHCO ₃	Na ₂ CO ₃
A	1	1	0	0
B	1	2	1	0
C	1	1	1	1
D	9	1	1	9

- ◆ 関連影響因子の分析

各処理溶液の塩濃度およびイオンの濃度 (Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻, CO₃²⁻) は実際の比率で計算する。

pH計でpHを測定。塩酸滴定法でバッファ容量を測定。

- ◆ SPSSで統計分析をする。

Result

1塩の複合ストレスが発芽への影響

1.1塩濃度が種子発芽への影響

塩濃度の増加は発芽率と発芽勢にマイナスの効果を与える。(図 1)。

4組のカーブの成り行きが似ていた。塩濃度の増加により発芽率と発芽勢が下がった。

塩濃度が 200 mmol/L 以上になった時、各処理のカーブが緩やかになり、発芽率が 10% に下がった。その時、種子の発芽が強く抑制され、そして、300 mmol/L を超えたとき、種子は発芽しない。

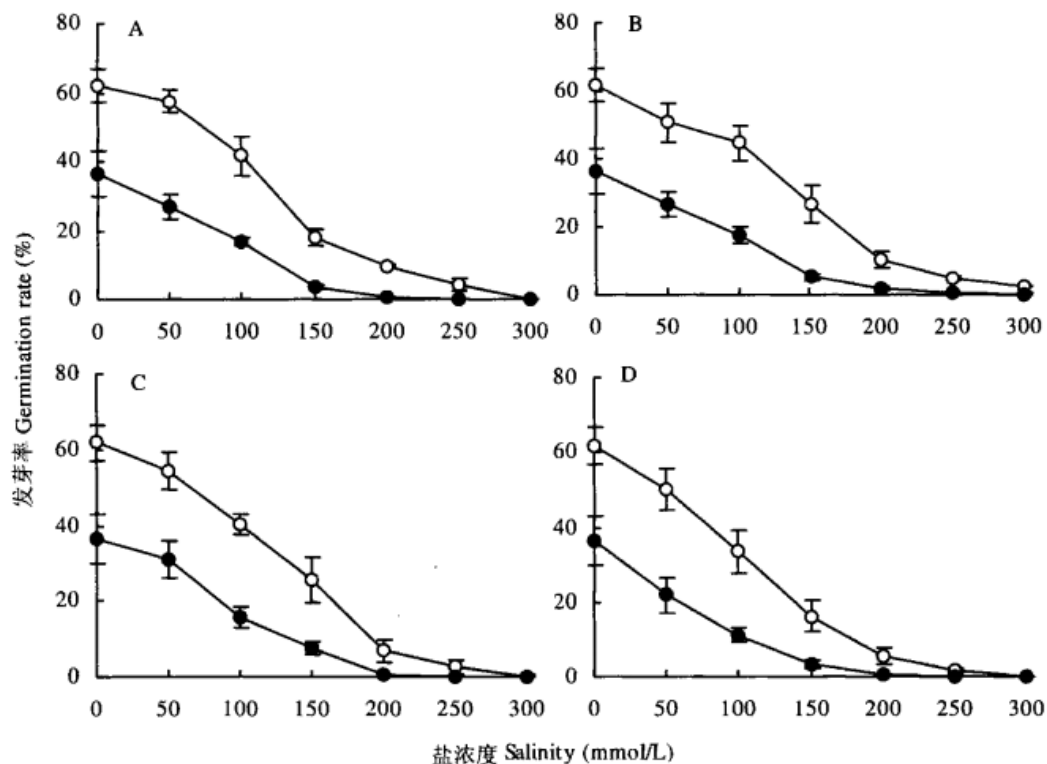


图 1 盐浓度对星星草萌发的影响

Fig.1 Effects of salinity on the germination of *P. tenuiflora* seeds

○; 发芽率 Germination rate; ●; 发芽势 Germination energy

1. 2 異なる塩濃度処理のもとで、発芽率と時間の関係性

処理の5日から9日、各濃度の発芽曲線が直線に近い、すなわち、傾きは発芽速度であり。10日目から、各発芽曲線が緩やかになり、14日目はなだらかに近づけていた。

発芽率が塩濃度の増加により低くなった。そして、塩濃度が低い処理は高い処理に比べて、発芽曲線がなだらかになるタイミングも早い。

200 mmol /L の時著しく下がった。300 mmol /L の時はもう発芽しない。

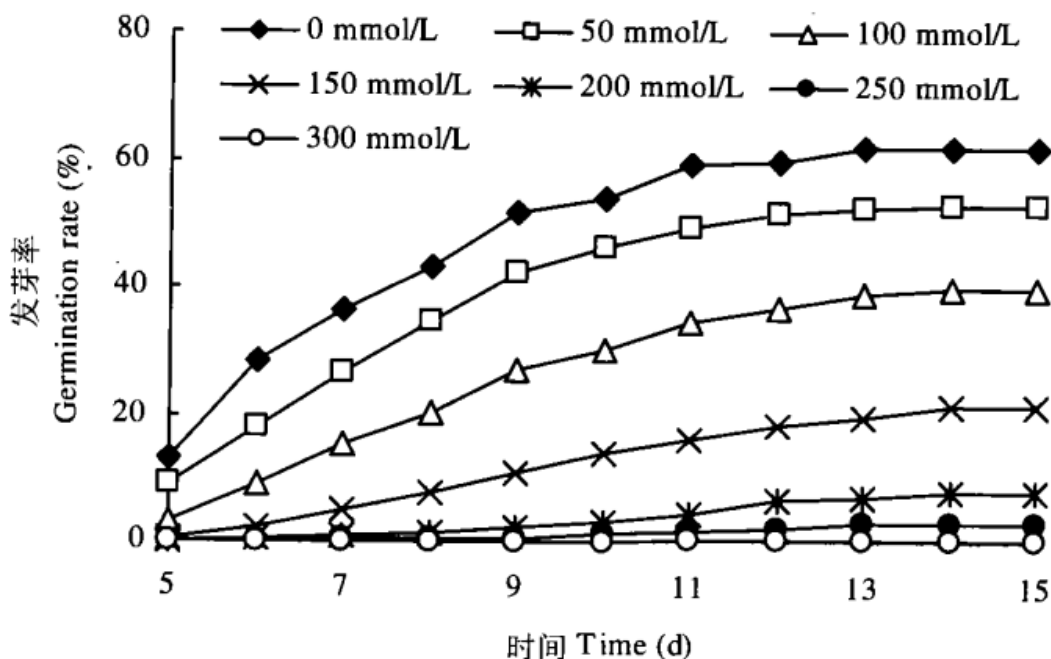


图 2 不同盐浓度下发芽率与萌发时间的关系

Fig. 2 Relationships between germination rate and germination time at various salinities

The curve of 0 mmol /L means the relationship between the average germination rate and germination time of A0 , B0 , C0 and D0. Other curves are same as it

2 各影響因子と発芽率，発芽勢の統計分析

2.1 各影響因子と発芽率，発芽勢の相関関係分析

表 3 各胁迫因素与发芽率和发芽势的相关系数

Table 3 Correlation coefficients between stress factors and germination rate or germination energy

項目 Item	盐浓度 Salinity	pH 值 pH value	缓冲量 Buffer capacity	[Cl ⁻]	[SO ₄ ²⁻]	[CO ₃ ²⁻]	[HCO ₃ ⁻]	2[CO ₃ ²⁻]+[HCO ₃]
发芽率 Germination rate	-0.953 **	-0.192	-0.496 *	-0.803 **	-0.520 **	-0.423 *	-0.456 *	-0.515 *
发芽势 Germination energy	-0.885 **	-0.157	-0.436 *	-0.746 **	-0.505 *	-0.366	-0.391	-0.453 *

*: 相关性显著 Correlation significant at 0.05 level of probability($r_{0.05} = 0.404$); **: 相关性极显著 Correlation significant at 0.01 level of probability($r_{0.01} = 0.515$), $n = 24$.

この8つの影響因子の中で，塩濃度と発芽率の相関係数がほかの因子より明らかに大きい。すなわち，塩濃度が発芽率への影響はpH 値，バッファ容量などより強い。

2. 2 分散分析

表 4 発芽率双因素方差分析結果

Table 4 Result of two way variance analysis(ANOVA) for germination rate

項目 Item	平方和 SS	自由度 df	方差 MS	F	P 値 P value	標準 F F crit
処理組 Treatment group	97.175 93	3	32.391 98	4.088 112	0.026 277	3.287 382
塩濃度 Salinity	9 193.565	5	1 838.713	232.059 4	1.19×10^{-3}	2.901 295
誤差 Error	118.851 9	15	7.923 457			

発芽率と処理区，塩濃度の双因子分散分析を行った。

分散分析の結果，塩濃度の影響は処理区の影響より遥かに強い。

2. 3各影響因子と発芽率の多重線形回帰分析, MLR (multiple linear regression)

各影響因子の相関分析の結果から、総塩濃度は $[\text{Na}^+]$ と正相関関係、塩濃度は $[\text{Na}^+]$ を成り代わられる。バッファ容量は $[\text{HCO}_3^-]$, $[\text{CO}_3^{2-}]$ に関係している。

だから、塩濃度、pH値、バッファ容量、 $[\text{Cl}^-]$ と $[\text{SO}_4^{2-}]$ この5つの因子はすべての影響因子を代表する。

発芽率が従属変数Yで、変数が x_1 =塩濃度、 x_2 =pH値、 x_3 =バッファ容量、 x_4 = $[\text{Cl}^-]$ 、 x_5 = $[\text{SO}_4^{2-}]$ 。 $Y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 + b_5 x_5$ で回帰分析をする。

結果は、 $Y = 60.756 - 0.225x_1$, $R^2=0.943$, (图 3) 。 x_1 (塩濃度)以外、他の因子は副次的で外された。

すなわち、塩濃度が種子発芽の主要影響因子。

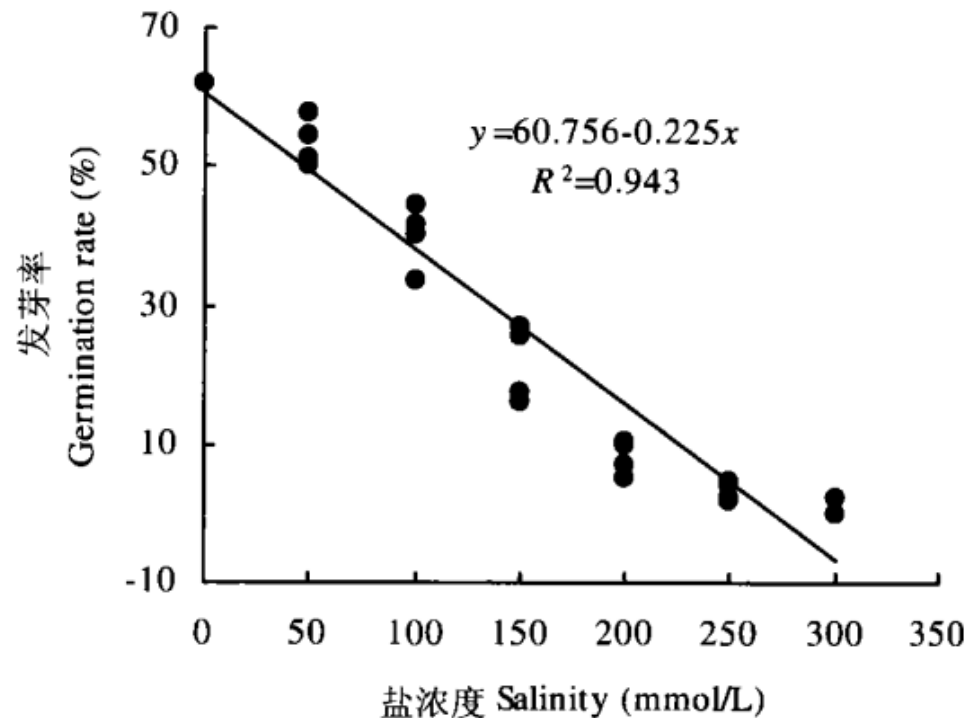


图 3 发芽率与胁迫因子间逐级回归

Fig. 3 Stepwise regression between germination rate and stress factors

Discussion & Conclusion

- ◆ 高い塩濃度では種子の発芽率が低くて、発芽時期が遅い。それに対して、低い塩濃度では種子の発芽率が高くて、発芽時期が早い。

塩濃度が高い土壌環境で種子が発芽しない、高い塩濃度で植物の大量死亡を防ぐ、雨の量が充実な時期に発芽するというのはこの草の耐塩方法かもしれない。

塩濃度が低い環境で種子は速やかに発芽するのも、多変の環境を順応する手段。

- ◆ 塩濃度が発芽率を決める一番重要な条件。

それは、吸水が種子発芽するの鍵を示した。塩濃度は水ポテンシャルを決める、種子の吸水に関わったため、発芽の要因になった。

pH値とバッファ容量などアルカリ性を代表する影響因子は水ポテンシャルに直接な関係がないため、種子の発芽に決定的な影響がなかった。

A person in a dark suit is running on a beach at sunset. The sun is low on the horizon, creating a bright orange glow. A large splash of water is visible in the background, creating a dramatic effect. The overall scene is dynamic and energetic.

ご清聴

ありがとうございました！