

「イシクラゲ草生」の可能性を探る

学校法人静岡理工科大学静岡北高等学校
科学部 2 年 西川萌子 他 0 名

1 動機

イシクラゲは陸上で生活するシアノバクテリアの一種である。乾燥と低温状態に強く、世界各国の裸地やコンクリートの上、極限環境でも生息することが可能である。乾燥すると群体内のグルコースをトレハロースに変え、無代謝状態となり、生命を維持するとともに、異形細胞により空中窒素を固定する。そのため、冬の休耕時にイシクラゲを畑で培養し、光合成をさせれば温暖化対策になると考えた。増殖させたイシクラゲを畑へすき込む技術が確立されれば、自然農法で土壤の改善ができ、レンゲやシロツメクサに代わる「イシクラゲ草生」ができるかもしれないと考えた。そこで、畑でイシクラゲを育成し、そのイシクラゲを畑へすき込む技術を確認するため、実際に作物とイシクラゲを同じ場所で育て、影響を調べる必要があると考え、研究を始めた。

2 実験Ⅰ；イシクラゲを小松菜、枝豆（大豆）と同じ場所で共に育て、その影響を調べた。

(1) 実験目的

本研究はイシクラゲを冬に畑で増殖させ、すき込みをする技術を確認し、レンゲやシロツメクサに代わる自然農法の「イシクラゲ草生」を確認し、土壤を改善すること。また、冬の休耕時にイシクラゲを畑で培養し光合成をさせ、二酸化炭素を吸収させ温室効果ガスの削減を行うことを大きな目的として行った。

今回は、畑でイシクラゲを培養して増殖させたイシクラゲを畑へすき込む技術を確認するために、実際に作物とイシクラゲを同じ場所で育てて、作物にどのような効果・影響がみられるのかを観察することである。

(2) 材料：イシクラゲ、小松菜、枝豆（大豆）、川砂、赤玉土、プランター

(3) 方法

ア 令和 2 年 2 月 19 日（水曜日）種まき用の土に播種を行った。

イ 令和 2 年 3 月 8 日（日曜日）枝豆（大豆）と小松菜を各試験区（Fig2）当たり 10 本定植した（Fig1）。

ウ 栽培は無肥料で、水やりは 1 日に 1 ～ 2 回行った。ただし降雨時は雨にあてた。

エ 一週間ごとに草丈を測定した。

オ 定植後 63 日後に乾燥体重を

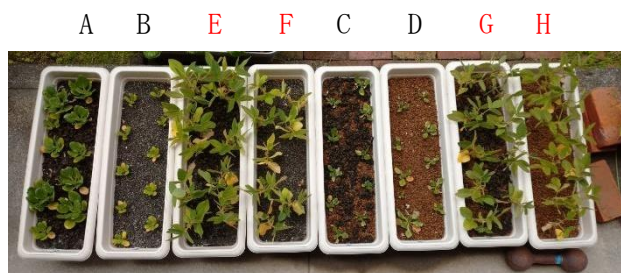


Fig. 1 試験区 A～D 小松菜 試験区 E～H 大豆

試験区	植物の種類	用土	イシクラゲの有無
A	小松菜	川砂	あり
B			なし
C		赤玉土	あり
D			なし
E	枝豆	川砂	あり
F			なし
G		赤玉土	あり
H			なし

Fig. 1 試験区の設定

3 実験Ⅱ；用土の種類は変えず、粒子の大きさによる生育の違いを調べた。

(1) 研究目的

前実験において、小松菜の生育がイシクラゲのある試験区では優れたが、赤玉土ではイシクラゲがない場合と変わらなかった。このため用土の粒子の大きさの違いによる含水率、排水性、通気性の差が生育に与える影響があるのではないかと考えた。このため、用土の粒子の大きさによる生育の違いを調べた。

(2)材料：イシクラゲ、小松菜、川砂、川砂利、プランター

(3) 方法

ア 種まき用の土に播種を行った。(2020/8/11)

イ 小松菜を各試験区(Fig4)当たり 10 本定植した(Fig3)。(2020/8/23)

イシクラゲを川砂と川砂利のプランターに 80 g ずつ置いた。

ウ 室内のビニールハウス内で、無肥料で栽培した。水やりは 2 日に 1 回行った。

エ LED により 24 時間光照射した。

オ 一週間ごとに草丈を測定した。

カ 定植後 39 日後に生体重を測定した。

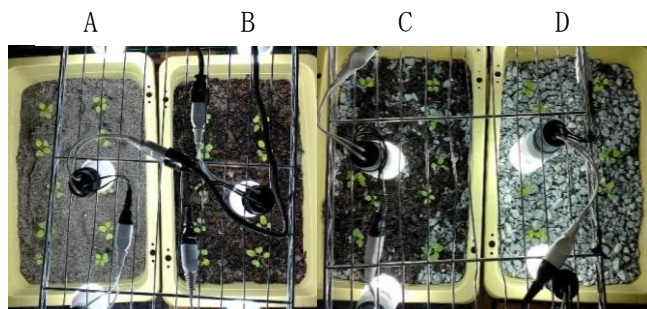


Fig. 3 試験区の設定

試験区	用土	イシクラゲ
A	川砂	あり
B		なし
C	川砂利	あり
D		なし

Fig. 4 試験区の設定

4 実験Ⅲ；用土の表面を覆う資材による小松菜の生育の違いを調べた。

(1) 研究目的

実験において、枝豆では、根粒菌を通じて窒素固定を行えるためイシクラゲの有無によって大きな差がみられなかったと考えられたが、実験Ⅱでは、用土の粒子の大きさが小松菜の生育に影響を及ぼしたと考えられ、イシクラゲの水分を利用した可能性がある。このため、小松菜の生育に水分が影響したのか、養分が影響したのかを確かめるため、無機質で水分にのみを蓄える資材を用土に置き観察する。

(2) 材料：プランター、川砂、イシクラゲ、吸水マット、小松菜

(3) 方法

ア 種まき用の土に播種を行った(2020/10/31)。

イ 小松菜を各試験区(Fig. 5)に 10 本定植した。(Fig6) (2020/11/11)。

ウ 室内のビニールハウス内で、無肥料で栽培した。水やりは 2 日に 1 回行った。

エ LED ライトにより 24 時間光照射した。

オ 一週間ごとに草丈を測定した。

カ 定植後 4 6 日後乾燥体重を測定した。

試験区	資材	有無
A	イシクラゲ	あり
B		なし
C	吸水マット	あり

Fig. 5 試験区の設定

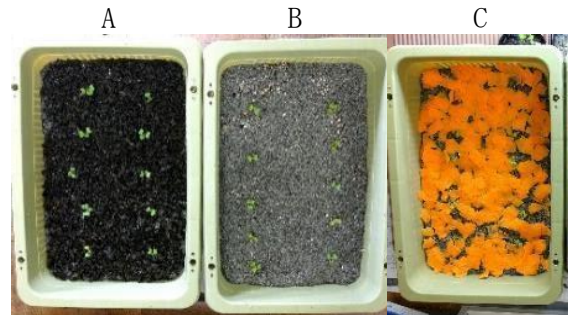


Fig. 6 試験区の設定

5 結果

(1) 実験 I

川砂を用いイシクラゲがある A 区では、他のすべての試験区に比べて生育が優れた (Fig. 7)。また小松菜では、根がイシクラゲの中に入り込み、イシクラゲ内に根が集中していた。枝豆 (大豆) においては、川砂を用いイシクラゲがある E 区がやや優れたが、他の試験区には大きな差が無かった (Fig. 8)。イシクラゲを使用した全ての区において、線虫が発生していた。今回の実験においては葉や根などには虫食いの様なものは見られなかったが、作物への影響があるかはよくわからなかった。今後作物を栽培する際には影響があるかを調べていく必要があると考えられる。

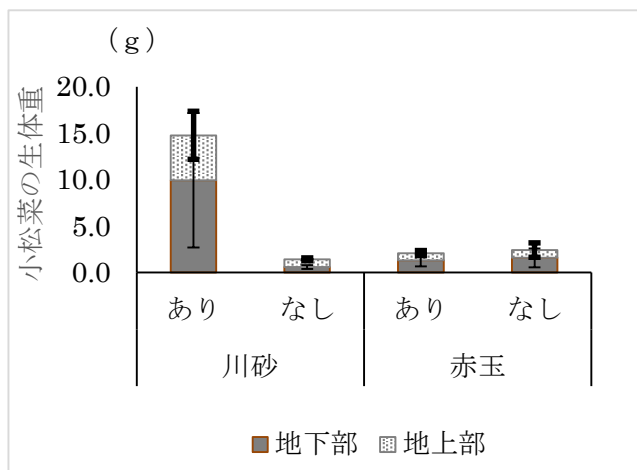


Fig. 7 イシクラゲの有無が小松菜の乾燥体重に及ぼす影響

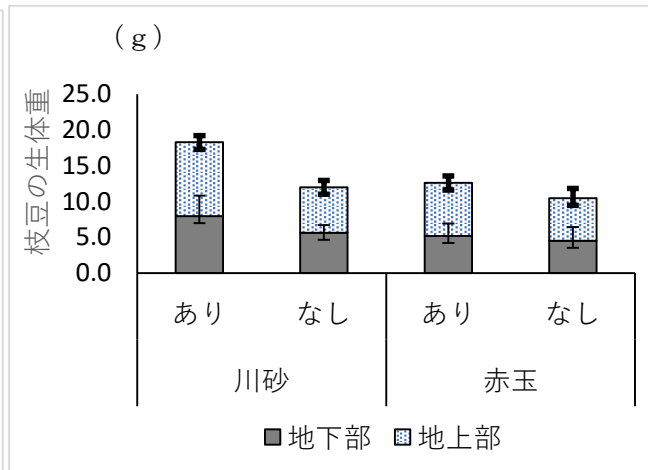


Fig. 8 イシクラゲの有無が枝豆の乾燥体重に及ぼす影響

(2) 実験 II

川砂を用いイシクラゲを置いた A 区の生育が最も優れ、草丈、乾燥体重が最大となった (Fig. 9)。川砂利を用いイシクラゲがある C 区は、川砂利を用いイシクラゲがない D 区と草丈の差がみられなかったが (Fig. 10)、乾燥重量が D 区より重くなった (Fig. 9)。イシクラゲを用いない B 区と D 区の生育はほぼ同等であったが、イシクラゲを用いた区では川砂を用いた区が、川砂利を用いた区に比べてかなり優れた (Fig. 9, 10)。また、イシクラゲを用いた場合、前実験同様小松菜の根がイシクラゲには入り込むように集中していた (Fig. 11)。葉の状態は、イシクラゲのある A 区、C 区では葉の緑色が濃く、イシクラゲのない B 区、D 区では黄みがかっていた (fig. 12)。

イシクラゲに目立った変化はなかったが、調査前に投入したイシクラゲの重量は各 80 g であったが、川砂では 10 g 川砂利では 22 g 減少していた。

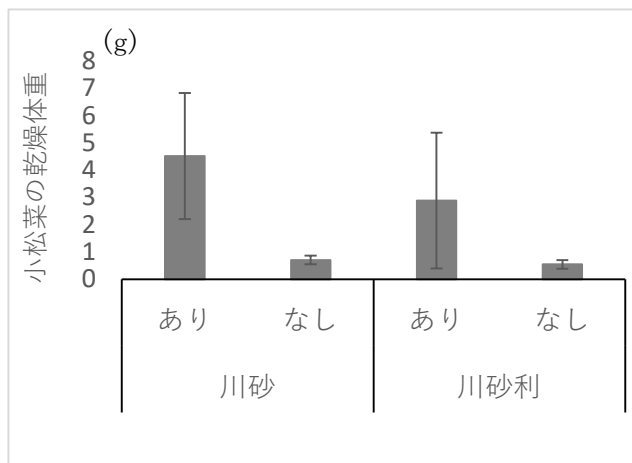


Fig. 9 イシクラゲの有無が小松菜の乾燥体重に及ぼす影響

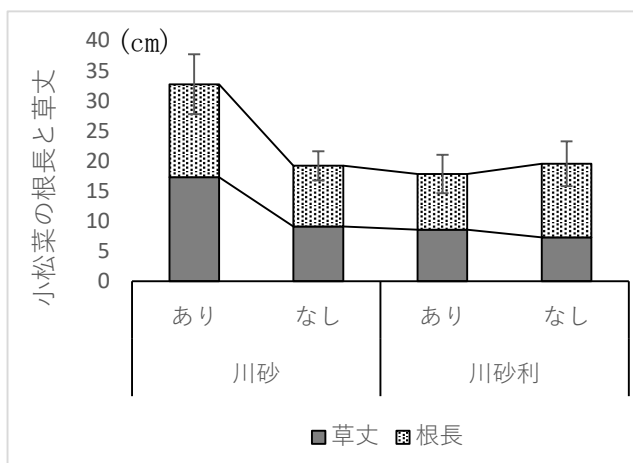


Fig. 10 イシクラゲの有無が小松菜の根長と草丈に及ぼす影響



Fig. 11 小松菜の根がイシクラゲにまわりつく様子

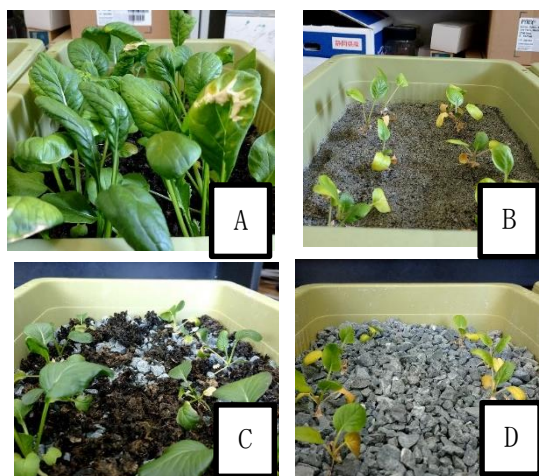


Fig. 12 イシクラゲの有無における小松菜葉の色の違い

(3) 実験Ⅲ

イシクラゲを置いたA区の生育が優れ、草丈乾燥体重ともに最大となり、生長に大きな差がみられた (Fig. 13, 14)。

吸水マットを置いたC区では、何も置かなかったB区と草丈と乾燥体重の差はみられなかった (Fig. 13, 14)。

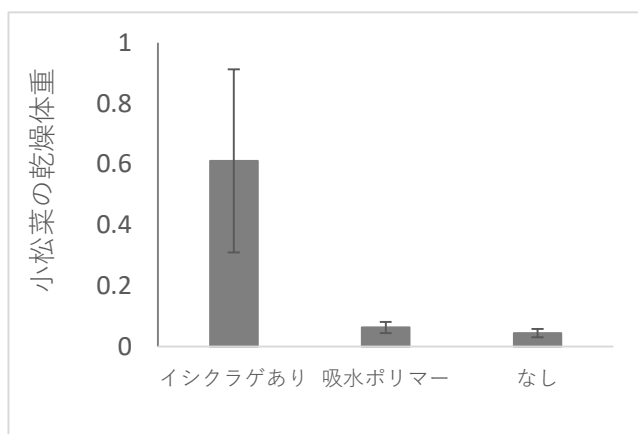


Fig. 13 イシクラゲの有無が小松菜の乾燥体重に及ぼす影響

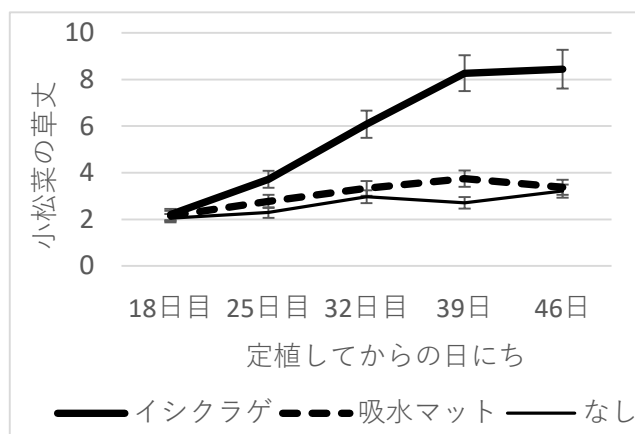


Fig. 14 イシクラゲの有無が小松菜の乾燥体重に及ぼす影響

5 考察

実験Ⅰのイシクラゲとともに栽培した小松菜の区では、用いない区と比較して草丈、生体重、地上部の乾燥体重が優れたことから、イシクラゲの水分や養分が小松菜の生育に影響を与えたと考えられた。また、小松菜の根が生きたイシクラゲを巻き込んで成長していることから、イシクラゲの水分、もしくは養分を利用したと考えられる。実験Ⅰ、Ⅱのどちらも川砂を用いてイシクラゲとともに栽培した試験区の小松菜の生育が優れたことから、川砂がイシクラゲの水分や養分を根に吸収させやすく、イシクラゲを緑肥として利用する際に、川砂を用土として使用することが有効であると考えられた。実験Ⅱからイシクラゲを用い川砂利で栽培した小松菜より、イシクラゲを用い川砂で栽培した小松菜の生育が特に優れたため、用土の粒子の大きさが小松菜の生育に影響を及ぼしたと考えられた。そして、川砂において草丈だけでなく、根の成長も促進されていた。イシクラゲのない試験区では、実験ⅠとⅡにおいて小松菜の葉の黄化がみられた。通常、葉の黄化は窒素欠乏症の症状としてみられるため、イシクラゲのない試験区では窒素が不足していたと考えられた。

枝豆は、イシクラゲを用いた区と用いなかった区の間で、生育に大きな差がみられなかった。これはマメ科の枝豆が根粒菌と共生しており、イシクラゲがなくても、根粒菌が固定した窒素を利用できたためと推定された。

実験Ⅲの結果から吸水マットを用いた区では小松菜の生育に差がみられない一方で、イシクラゲを用いた場合に、生育が優れたことから、小松菜はイシクラゲの固定した窒素を栄養源として生長が促進されたことが明らかになった。

以上のことから、イシクラゲを用いて小松菜を栽培する場合は、川砂を用いることが、最も生育に適していることが明らかとなり、夏場はイシクラゲのみで実際に食べられる大きさにまで生長することが分かった。

6 今後の展望

実験ⅠⅡⅢから小松菜がイシクラゲの養分を利用したことが明らかとなった。しかし、小松菜は通常、夏では種まきから30日後に20cmで収穫されるため、実験ⅠⅡⅢともにその条件を満たさない。このため、イシクラゲは農業における緑肥というよりは野草の遷移の際などに貴重な養分となっている可能性があり、植物に寄り添うことでさりげなくその生存を支えている可能性がある。このため、イシクラゲと植物の関係を明らかにしたい。今後はイシクラゲが植物に与える影響の大きさを調べるため、枯れ葉など、ほかの土を肥やす要因となるものを比較する調査アブラナ科の小松菜、マメ科の枝豆以外の植物を調べる実験を行いたい。

7 参考文献

- ・“ヘン”な藻類イシクラゲ 小池 裕幸／中央大学理工学部教授
<https://yab.yomiuri.co.jp/adv/chuo/research/20140605.html> (2019 - 05 - 01)
- ・シアノバクテリアとネンジュモは何が違う？ (2019 - 05 - 05)
- ・*Nostoc* 属 シアノバクテリアが形成するアグリゲート (イシクラゲ) の物理・化学的ストレスに対する抵抗性
横山和平・河野伸之・丸本卓哉
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jssm/59/1/59_KJ00008104265/_pdf/-char/ja (2020 - 08 - 11)
- ・渡辺和彦 原色 野菜の要素欠乏・過剰症 症状・診断・対策 農文協
- ・2018 信州総文祭 環境に応じて窒素を取り入れる仕組みを変えられる不思議なイキモノ
【ポスター/生物】埼玉県立浦和第一女子高校 生物部
<https://www.milive.jp/live/18sobun/pa15/> (2020 - 09 - 05)
- ・『Percoll 密度勾配を用いた遠心分離によるイシクラゲの細胞外多糖 (EPS) 除去細胞の単離法』 小杉真貴子, 菓子野康浩, 工藤栄, 伊村智 (「南極資料」56 巻 2012 年) (2020 - 09 - 05)