

温泉水を用いた空気中に含まれる二酸化炭素の濃度増加の検討

和歌山工業高等専門学校 環境都市工学科 正会員 横田恭平

1. はじめに

植物の成長に必要な栄養素は、二酸化炭素と水である。そして窒素、リン、カリウムも必要な栄養素である。これらも含めた植物の成長に必要な栄養素が存在する場合は成長し、それらの一部でも欠損が生じるとその欠損に引っ張られ、成長が鈍化することが知られている。

本研究では温泉水に含まれる二酸化炭素に注目した。世界の炭素の循環から見て、温泉水や火山からの炭素放出量は決して少なくないが炭素循環のバランスとして大昔から保たれていたものであるため、昨今の温暖化に起因するものではない。そのためその二酸化炭素を利用することは、大気中の二酸化炭素を減少させることにつながることから、脱炭素社会の流れに沿うものといえる。日本を含め各国には炭酸を含む温泉水は多数存在する。その温泉の多くは火山の恩恵によって存在する場合が多く、九州をはじめ多くの地域で火山性の温泉水を見ることができる。本研究では、現地にて実証実験を行い、温泉水を用いて空気中の二酸化炭素(以下 CO_2)の濃度を増加させることが可能かを検討した。

2. 実証実験の方法及び概要

実証実験の方法は、インキュベーター(アズワン社製: WI-50) 内に CO_2 データロガー(気温及び湿度も測定可能、TANDD社製: TR-76Ui-S)を設置し、容器に入れた1Lの温泉水をデータロガー2台で挟む位置に設置し、インキュベーター内の変化を観測した。

実証実験を行った場所は、図-1に示す大分県竹田市にある長湯温泉とした。この長湯温泉は、高炭酸泉として有名である²⁾。そのため、空気中の CO_2 を顕著に増加させることに期待がもて、本研究の検証に最適と判別した。この長湯温泉の中で、泉源が異なる2つの温泉水AとBを対象とする。実証実験を実施した期間は、2020年6～8月に実施した。

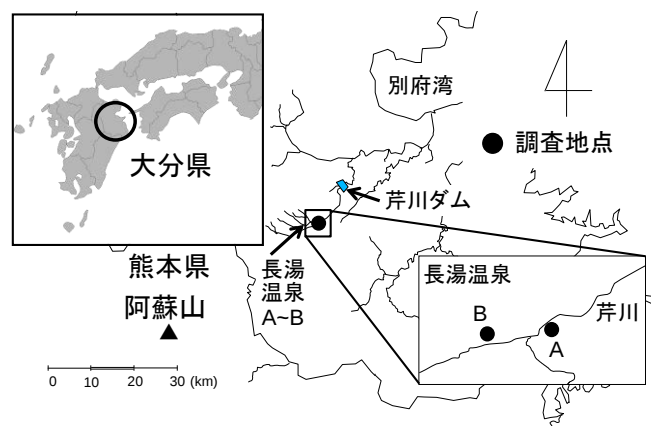


図-1 研究対象地

3. 実証実験の結果及び考察

(1) 扇風機による影響の検討

図-2は、温泉水A及びBにおけるインキュベーター内の CO_2 濃度の推移である。扇風機を稼働した場合(扇風機あり)と稼働していない場合(扇風機なし)を比較するために示す。⑤については、扇風機なし、ドア閉め、攪拌なしの条件下(静置)での結果で、比較対象のために記載した。

①と②は、ドア閉め(密閉:外気との交換なし)、攪拌なしの条件である。その①と②の結果は、若干の違いがあるものの、ほぼ同じ傾向を示した。時間とともに空気中の CO_2 濃度は上昇し、実証実験を終えるまで上昇を続け、それは1時間半を経過しても増加は継続している。よって、密閉状態であれば、空気中の CO_2 濃度を上昇させることができる也就是说、その増加量は、開始の時間から終了の結果を元に計算すると、①では50.70ppm/min、②では30.29ppm/minである。また②の結果のように扇風機を起動させた場合であっても起動していない①の場合と大きな濃度差はなかった。これらの CO_2 濃度は2000ppmを超える結果となり、外気の CO_2 濃度よりはるかに大きい値となった。

③と④はドア開け(外気との交換あり)、攪拌なしの

キーワード: 植物, 栄養素, 温泉水, 二酸化炭素, 脱炭素

連絡先 (住所: 和歌山県御坊市名田町野島77・電話: 0738-29-8446・FAX: 0738-29-8469)

状態で扇風機のありとなしを比較した結果となる。①と②をむかえ、その後は減少傾向にある。濃度差としては、③の扇風機なしで CO_2 濃度が高く、④の扇風機ありで低い傾向にあった。

以上のことからドアを閉めた状態であれば、扇風機による CO_2 濃度の影響は比較的少ないといえる。これについては、インキュベーターの体積が小さいため影響が小さかった可能性は十分にあるため、規模の違いによる検証が必要といえる。ドアを開けた状態で実証実験を行った時の方は、影響があることが分かった。これについては、扇風機によってインキュベーター内の CO_2 が外気に出される流れが生まれた可能性がある。

(2) ドア開け・閉め状態による影響の検討

図-3は、温泉水Bにおけるインキュベーター内の CO_2 濃度の推移である。影響を確認する条件は、インキュベーターのドアを少し開けている状態と完全に閉めている状態である。④と⑥の共通の条件は、扇風機は稼働し、攪拌は行っていない。⑤については、扇風機なし、ドア閉め、攪拌なしの条件下（静置）での結果で、先ほどの図-2と同様に比較対象のために記載した。よって番号の関係上、⑤が比較のための結果となる。

⑤と⑥の条件の違いは、扇風機あり・なしとなる。その差は 300ppm 程度であるが、増加の傾向は同じで時間と共に増加した。その増加量は、開始の時間から終了の結果を元に計算すると、⑤は 50.89ppm/min、⑥は 44.41ppm/min である。これらの CO_2 濃度は、3000ppm を超え外気の CO_2 濃度をはるかに超える濃度となった。

次に④については実証実験開始 8 分後にピーク濃度 690ppm を迎え、その後は減少またはほぼ一定の値（安定期）を示した。ピーク以外でも濃度は、660ppm 以上を示したことから、外気の CO_2 濃度よりは高い濃度を示した。以上のことから、ドアの開け・閉めによる影響は大きく、ドアを閉めているときは 3000ppm 以上まで CO_2 濃度が増加したが、ドアを開けると 690ppm と外気よりは高いもののドア閉めの比ではなかった。ただしドア開けでも 660ppm 以上を継続したことから、温泉水の効果は若干ながら見られた。よってインキュベーター内の CO_2 濃度についてはドアを開けた場合は、ピーク濃度で 690ppm と外気の濃度よりも高くなり、今回の実証実験の時間である 50 分程度であれば 660ppm を保つ

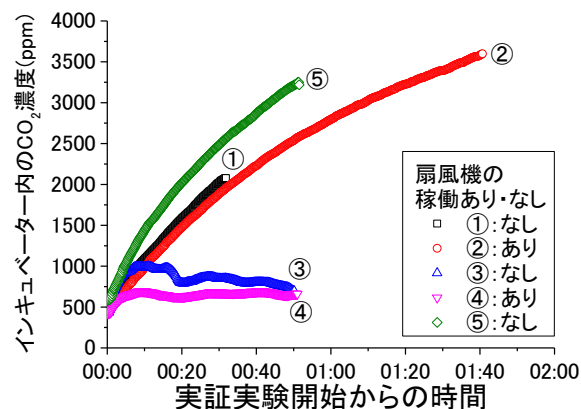


図-2 扇風機の稼働あり・なしによる CO_2 濃度の推移

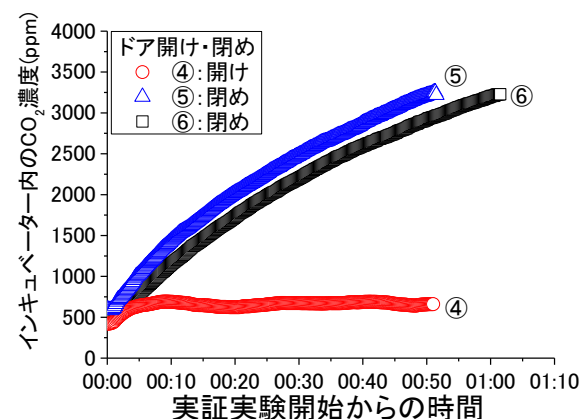


図-3 ドア開け・閉めによる CO_2 濃度の推移

ことが分かった。もし 690ppm の濃度を維持したい場合は、温泉水を適宜取り換えれば、継続して高い濃度を維持できると思われる。

謝辞

本研究は、公益財団法人高橋産業経済研究財団の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 高橋太郎, 石神靖弘, 後藤英司, 後藤格士: 換気窓開放時の大規模温室での CO_2 施用がトマトの成長および収量に及ぼす影響, 植物環境工学, 24, (2), pp. 110-115, 2012.
- 2) 岩倉一敏・大沢信二・高松信樹・大上和敏・野津憲治・由佐悠紀・今橋正征: 長湯温泉(大分県)から放出される二酸化炭素の起源, 日本温泉科学会, 50, (2), pp. 86-93, 2000.