

施設園芸・植物工場の利用を目的とした温泉水に含まれる遊離炭酸の濃度

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

施設園芸・植物工場は、大気中の CO_2 を換気扇などで取り込み、空気を循環させることにより、植物に CO_2 を供給する機構を備えている¹⁾。そのなかで、換気扇の能力や植物を育成している施設の環境によって、植物に十分な CO_2 を供給できていない実態がある。また、換気扇などで外部から空気を導入した場合、植物を育成する施設に病原菌なども同時に導入してしまい、苗などに大きな損害を与えることがある。そのため苗の期間は換気による CO_2 の供給ではなく、人工的に作られた CO_2 によって育成している場合も確認される。地球温暖化の原因物質として CO_2 が注目されているため、人工的に作成した CO_2 より、自然由来の CO_2 を使用することが理想といえる²⁾。そこで、本研究では、大分県の温泉水に含まれる炭酸（以下 H_2CO_3 ）に着目し、大気中の CO_2 濃度を増加することが可能かを検討する。

2. 研究対象地・調査期間の概要

図-1に研究対象地を示す。本研究で対象とした温泉水は、大分県にある長湯温泉の地点①～⑤、由布院温泉の地点⑥、別府温泉の地点⑦～⑧とする。長湯温泉は、高濃度炭酸泉として有名な温泉である。由布院温泉は、湧出量が日本で第3位として有名な温泉である。別府温泉は、湧出量が日本一多い温泉水である。地点①～⑧の試料はすべて源泉で、かつ異なる源泉から採取しているため、図-1で示すように採水する位置が異なる。地点④は、自然湧出しているが、その地点よりポンプで別の場所に引水されており、本研究ではその引水された地点で採水を行った。

H_2CO_3 の調査・分析は、2017年3月～2019年5月で、およそ月に1回の頻度で調査を実施した。pHの調査・分析は、2012年から2019年5月まで行った。

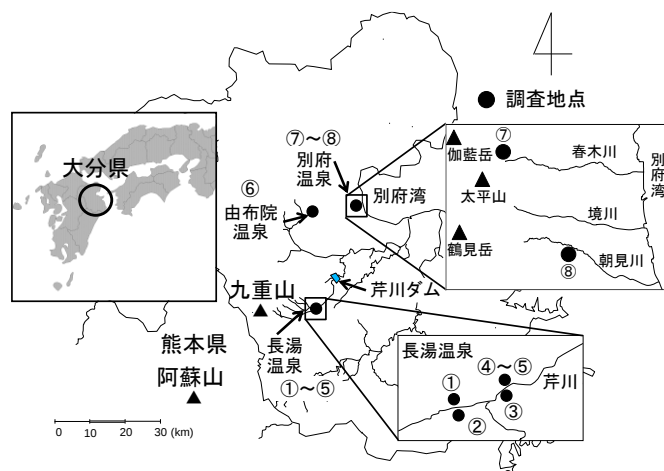


図-1 研究対象地

3. 水質分析の方法

pHの測定は、現地にてpHポータブル計測器（東亜デューケー社製：HM-30P）を用いて行った。

H_2CO_3 濃度は、現地にてビュレット、共栓付きメスフラスコ、メスシリンダーなどの器具を用いて行った。滴定には、0.02 Nの水酸化ナトリウムを使用し、終点のpH8.3まで滴定に要した滴下量から算出した。ただし、試料のpHが4.8を下回る場合は、pHが4.8まで滴定に要した滴下量をpHが8.3まで滴定に要した滴下量から引いた上で、算出した。指示薬としてはフェノールフタレイン溶液、メチルレッド溶液を用いた。

4. 結果及び考察

4-1 pHの結果

図-2に地点①～⑧のpHの経年変化を示す。図中の点線はpH6.352を示し、これは H_2CO_3 と HCO_3^- との解離定数（25℃の場合）を示す。このpHより数値が小さい場合は CO_2 に占める H_2CO_3 の割合が多く、大きい場合は同じく HCO_3^- の割合が多いことを意味する（pHが10.25まで）。最もpHが低いのが別府温泉の地点⑦で平均値が3.5である。次いで低いのが同じく地点⑧で平均値が6.4となる。地点⑧の経年変化は6.352を下回ることもある。最もpH

キーワード：施設園芸，植物工場，温泉水，遊離炭酸，二酸化炭素

連絡先（住所：和歌山県御坊市名田町野島 7 7 ・電話：0738-29-8446 ・FAX：0738-29-8469）

が高いのが、由布院温泉の地点⑥である。平均値は7.8であるが、経年変化では8.0を超える場合も確認された。長湯温泉の地点①～⑤については、平均値が6.7～6.9で推移し、経年変化を見てもほぼ同じ値を示し、常にpH6.352より高い値を示した。

4-2 H₂CO₃の結果

図-3、4に地点①～⑧におけるH₂CO₃から換算したCO₂濃度の経年変化を示す。別途、長湯温泉の地点①～③及び地点⑤において、HCO₃⁻の結果から換算したCO₂の濃度は、常に溶解度より高いことがわかっている。そこで図-3にHCO₃⁻の結果でCO₂が飽和状態の地点を示し、図-4に同じく不飽和状態の地点を示す。長湯温泉の地点①～⑤の平均値は、173～427mg/Lであった。最も高い濃度は、2017年3月に長湯温泉の地点⑤で観測した595mg/Lであった。地点①～④の濃度の最大値は、255(地点④)～491(地点②)mg/Lであった。地点①～⑤の最小値の推移は、95(地点⑤)～366(地点②)mg/Lであった。由布院温泉の地点⑥のH₂CO₃は、pHが7.8と8.3に近い値を示すことが多かったため、ほぼ定量下限値以下であった。別府温泉の地点⑦と⑧のH₂CO₃は、長湯温泉ほど濃度が高くなく、最大で地点⑦が180mg/L、地点⑧が98mg/Lを示し、最小で地点⑦が67mg/L、地点⑧が54mg/Lを示した。以上のことから、長湯温泉のH₂CO₃の濃度は高く、その濃度は大気中の濃度より高いため、大気中の二酸化炭素を増加できる可能性がある。

5. まとめ

本研究の目的は、施設園芸・植物工場の植物の育成を促進するために、大分県にある長湯温泉・由布院温泉・別府温泉に含まれるH₂CO₃を用いて大気中のCO₂濃度を増加することが可能かを検討することである。pHの結果から、長湯温泉・由布院温泉のCO₂はほぼHCO₃⁻で存在し、別府温泉はH₂CO₃で存在することが分かった。長湯温泉の地点①～③及び⑤のH₂CO₃の濃度は、最大で595mg/Lあることから、可能性として大気中の二酸化炭素を増加させることができるといえる。

謝辞

本研究の一部は、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。

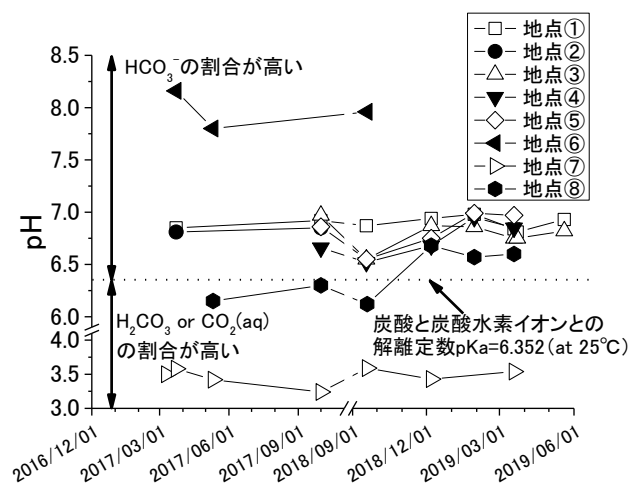


図-2 各温泉水におけるpHの経年変化

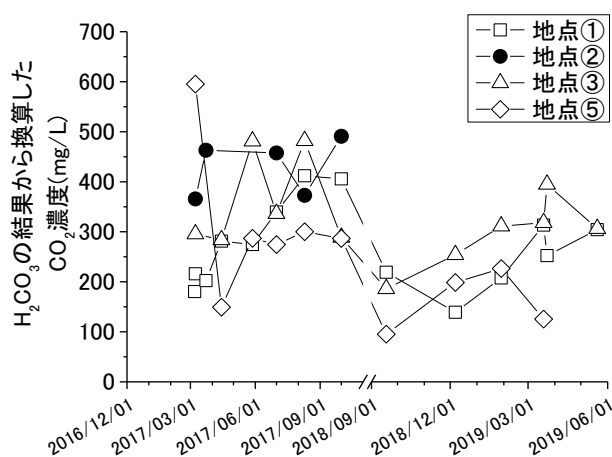


図-3 地点①～③、⑤におけるCO₂の経年変化

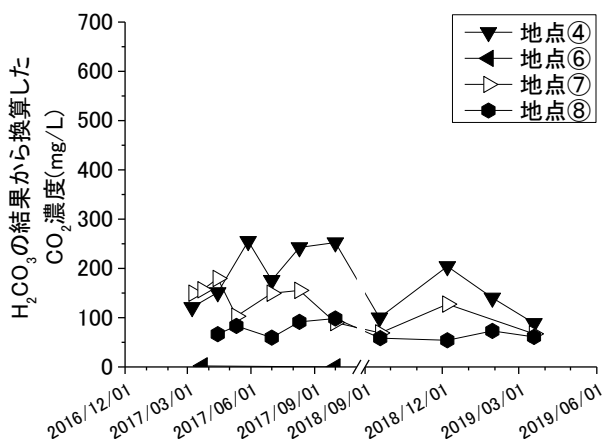


図-4 地点④、⑥～⑧におけるCO₂の経年変化

参考文献

- 1) 石井雅久, 奥島里美, 森山英樹, 降幡泰永: 循環扇が温室内の気流・気温分布に及ぼす影響, 植物環境工学, 24巻, 3号, pp.193-200, 2012.
- 2) 野口伸: 次世代植物工場における情報化とシステム制御, 植物環境工学, 24巻, 3号, pp.174-179, 2012.