

# 桜の樹勢回復に対する CO<sub>2</sub>濃度と葉緑素の関係：木曾川堤の桜を事例として

A study on CO<sub>2</sub> concentration and chlorophyll for vigor recovery of old cherry tree: Case Study of Kisogawa tsutsumi

岡村 聖・村上健太郎・伊藤雅一・岩瀬真寿美・坂本 剛

OKAMURA Kiyoshi, MURAKAMI Kentaro, ITO Masakazu, IWASE Masumi and SAKAMOTO Go

**Abstract:** We have tied up with Inazawa High School to investigate the vigor recovery of old cherry tree. As a first step, CO<sub>2</sub> concentration and chlorophyll were measured for old cherry trees (designated as National Site of Scenic Beauty and a state's natural monument) which are in the Kisogawa tsutsumi. The vigor recovery of old cherry tree was suggested to have to do with the CO<sub>2</sub> concentration and chlorophyll.

**Keywords:** Environmental education method, Vigor recovery, CO<sub>2</sub>, Chlorophyll

## 1. はじめに

筆者らは2003年度から愛知県、三重県、岐阜県の小・中学校、高等学校等と連携し<sup>1)2)3)</sup>、環境保全のような効果が表面化するまでに多くの時間を要する取組みに対して、短期間の体験でもその変化を実感し意欲的に取組むことができる人材を育てるためのプログラム開発を念頭に、CO<sub>2</sub>濃度測定を中心とした体験学習プログラムの開発・改訂及び実践を行っている(例えば、岡村ら, 2012)。

本報では、愛知県立稲沢高校の桜の樹勢回復をテーマとした連携授業の実践を報告する。

## 2. 稲沢高校における桜の樹勢回復と CO<sub>2</sub>濃度・葉緑素調査

### 2.1. 背景

愛知県一宮市北方町から江南市草井まで約9kmにわたり木曾川堤防上に植えられた桜並木は1927年(昭和2年)に国指定の名勝・天然記念物となった。その後樹勢の衰えと共に桜の本数が減少したため、2001年(平成13年)に一宮市が「二世サクラ」を植樹し、並木は往時の姿を取り戻しつつある<sup>4)</sup>。

このような経緯から、2008年(平成20年)に愛知県教育委員会文化保護財保護室から、稲沢高校環境デザイン科と共に「木曾川堤サクラ」の普及啓発活動を行いたい、との依頼があった。以来、稲沢高校環境デザイン科では、木曾川堤の桜の樹勢回復に取り組んでいる。木曾川堤の桜と愛知県立稲沢高等学校の位置図を図1に示す。

稲沢高校環境デザイン科が取り組んでいる樹木の樹勢回復手法は「不定根育成」である(写真1)。不定根育成は、樹皮等に発生した不定根を土壌まで誘導し、さらに発達させて、根系として再生させることにより樹勢の回復を図るものである。不定根が発生している樹木や不定根を発生しやすい樹種において、発生した高さまで枠などを設置し土壌やピートモス(水苔)等を詰めるなどして根系を育成し、地

中まで誘導する(国土交通省 国土技術政策総合研究所, 2010)。



図1 木曾川堤の桜(□印)と愛知県立稲沢高等学校(○印)の位置図<sup>5)</sup>



写真1 不定根育成中の桜

## 2.2. 調査概要

樹木の成長を実感するには、幹にメジャーを巻きつけて、定期的を目盛を読みばよい。樹種や個体毎に異なるが、スギの測定例によると1年間で1.5cm～3cm程度である。また、その変化は主に5月～7月におこる(西園, 2012)。主にプロジェクト研究(課題研究)の授業を通して桜の樹勢回復に取り組む生徒らは、毎回の授業はもちろんのこと、1年間を経てもその変化を実感するのは難しい。

緑色の植物は光合成により大気中のCO<sub>2</sub>を固定して成長する。光合成速度は複雑な物理・生化学課程に基づく(北海道大学低温科学研究所・日本光合成研究会, 2008)。これを厳密に調べることは最新の研究分野であり、高校生の学びとするには時間的・内容的に難しく、完結性もない。そこで、大胆に物理・生化学課程を省き、CO<sub>2</sub>濃度の簡易測定を行って、その統計的・定性的な解析を行い、短期的な時間変動が少ない葉緑素の簡易測定結果も合わせて考察することで、国指定の名勝・天然記念物のような現状保存が必要な桜に対して、短期間でも樹勢回復を実感できるような指標としてCO<sub>2</sub>濃度や葉緑素の値を用いることができるのではないかと考えた。また、簡易的な樹勢回復指標の考察から、言えることと言えないことの線引きができれば、生徒らが研究レベルで報告される内容を理解する上でも有用である。

## 2.3. CO<sub>2</sub>濃度測定

CO<sub>2</sub>濃度測定にはC2D-W02TR(ユードム社製)を使用した。CO<sub>2</sub>濃度、温度、湿度の各項目を10秒間隔でマイクロSDカードに保存可能である。モバイルバッテリーを使えるため、電源がない環境でも3日程度連続測定を行うことができる。

測定では対象樹木を5種類選定し、ポリ袋を被せてある程度密封した上で、5分間測定を行い簡易的な光合成による吸収能を調べた。(写真2)。2010年度の研究授業において測定されたCO<sub>2</sub>濃度測定の結果例を表1に示す。ここでは、吸収能=(ポリ袋を被せて5分後のCO<sub>2</sub>濃度-ポリ袋を被せた時点のCO<sub>2</sub>

濃度) / 葉数、とした。吸収能が0.2(ppm/葉数)で最も低かった対象樹木2は2011年度に樹勢が衰えた。2010年度の調査からは、CO<sub>2</sub>濃度測定による簡易的な吸収能調査により、樹勢を評価できる可能性が示唆された。

表1 CO<sub>2</sub>濃度測定の結果例

対象樹木	ポリ袋中の葉数	CO <sub>2</sub> 濃度変動(ppm)	吸収能(ppm/葉数)
1	90	459→425	0.37
2	150	450→420	0.20
3	150	477→429	0.32
4	55	396→364	0.58
5	53	403→380	0.43



写真2 CO<sub>2</sub>濃度測定

## 2.4. 葉緑素測定

葉緑素測定にはSPAD-502Plus(コニカミノルタ社製)を使用した(写真3)。植物の葉緑素に関する情報を光学に関する同社の技術を生かしてSPADという指標として測定できる。主に稲などの農作物に対して、SPAD値の変化を調べることで追肥時期の目安として使用されている<sup>6)</sup>。ただし、SPAD値はあくまでも光学的な指標のため単独に用いた場合、樹勢回復評価としては不十分である。斉藤と中尾(2004)は電子伝達速度(ETR)、葉温、SPAD値、土壤水分を測定することで、樹勢診断を試み、目視による樹勢診断よりも良好な結果が得られることを示した。本研究では、植物の呼吸と光合成に関する直接的指標であるCO<sub>2</sub>濃度とSPAD値を使って、樹勢回復の指標評価ができるかを検討した。

2011年度の研究授業において測定されたSPAD値測定の結果例を表2に示す。葉緑素測定では、対象樹木の中で不定根が著しく成長の良い対象樹木3の葉の葉緑素が濃かった。ここでは示さないが、CO<sub>2</sub>濃度測定による簡易的な光合成の吸収能調査もこの結果をフォローした。2011年度の調査からは、CO<sub>2</sub>濃度測定による簡易的な光合成の吸収能調査とSPAD値の測定調査により、樹勢を評価できる可能性が示唆された。





写真3 葉緑素測定

表2 葉緑素測定の結果例

対象樹木	測定葉数	最高値	最低値	平均値
1	197	228	157	192.5
2	209	232	188	210.0
3	222	242	199	220.5
4	195	223	164	193.5
5	208	235	157	196.0
6	189	211	143	177.0

## 2.5. 測定結果のまとめ

CO<sub>2</sub>濃度測定による簡易的な吸収能調査と SPAD 値の測定調査を行った。不定根育成による樹勢回復を目視で行い、遡って簡易的な CO<sub>2</sub>濃度測定による光合成の吸収能と SPAD 値を評価したところ、これらを指標として樹勢が評価できる可能性が示唆された。

しかしながら、統計的に有意な結果得られたわけではない。また、CO<sub>2</sub>濃度測定や SPAD 値を比較する上で必要な測定条件（例えば、温度、湿度、日射量、測定回数の違い等）に関する検討も必要である。

## 3. おわりに

本報では桜の樹勢回復と CO<sub>2</sub>濃度・葉緑素の測定調査を主とした愛知県立稲沢高等学校との研究授業から得られた知見を報告した。今後の研究授業は、調査で残された課題の解決に主眼を置いて実施したい。

**謝辞：**本研究は名古屋産業大学環境経営研究所の研究助成および科学研究費補助金基盤研究 (C)「二次的な自然環境における CO<sub>2</sub>濃度客観評価による環境教育プログラムの開発」(代表：岡村 聖, 研究課題番号 24501115)の一環として行ったものである。また、愛知県立稲沢高等学校の教職員・生徒の皆様にご多大なご協力とご支援をいただいた。記して謝意を表す。

## 補注

- 1) 筆者らは、2003 年度より、大学と小・中学校、高等学校との連携による研究授業の実践を通じて、CO<sub>2</sub>濃度測定を取り入れた参加体験型の環境教育プログラムの開発研究に取り組んでいる（例えば、岡村ら、2012）。2012 年度は、共同研究校・機関の協力を得て、表 3 の通り研究授業を行った。

表3 CO<sub>2</sub>濃度測定を取り入れた環境教育の実践<sup>1)</sup>

分類	実施場所	科目等	実施状況	時間数
高校	岐阜県立岐阜農林高等学校	課題研究 (3 年生)	2012/6/12 ~12/19	12
	愛知県立稲沢高等学校	プロジェクト (2・3 年生)	2012/8/27	2
	三重県立久居農林高等学校	プロジェクト研究 (2・3 年生)	2012/9/14	6
	愛知県立緑丘商業高等学校	総合学習 (3 年生)	2012/9/28 ~10/5	4
	名古屋市立若宮商業高等学校	環境経済 (2 年生)	2012/11/2 2~11/29	4
小学校	瀬戸市立古瀬戸小学校	理科ジュニアセミナー (5・6 年生)	2012/12/5 ~12/7	4

- 2) 2005 年度より研究連携校等をステーションとした CO<sub>2</sub>濃度の常時測定ネットワークシステムを構築してきた。本年度はステーションの再配置を行い、表 4 の通り実施した。

表4 CO<sub>2</sub>濃度常時測定ネットワークシステムに参加している学校、企業等<sup>2)</sup>

分類	設置場所
高校	三重県立久居農林高校
	愛知県立稲沢高校
	岐阜県立岐阜農林高校
中学校	尾張旭市立旭中学校
大学	名古屋産業大学
	台湾育達科技大学
企業	ユー・ドム(水戸市)
	ユー・ドム(東京都新宿区)
一般	尾張旭地球温暖化対策地域協議会

- 3) 「CO<sub>2</sub>濃度常時測定ネットワークシステム」  
<<http://211.125.168.199/CO2/top.asp>>  
(2013/03/29 アクセス)  
CO<sub>2</sub>濃度のリアルタイム変化、日変化、月変化、年変化を WEB 公開中である。公開からの閲覧数は 22000 アクセスを超えている。
- 4) 「愛知県の国・県指定文化財と国の登録文化財」  
<<http://www.pref.aichi.jp/kyoiku/bunka/bunkazainavi/index.html>>  
(2013/03/29 アクセス)
- 5) 「愛知県統合型地理情報システムマップあいち」  
<<http://maps.pref.aichi.jp/>>  
(2013/03/29 アクセス)
- 6) 「コニカミノルタ」  
<<http://www.konicaminolta.jp/>>  
(2013/03/29 アクセス)

#### 参考文献

- 岡村聖、伊藤雅一、岩瀬真寿美、坂本 剛 (2012)  
「地球温暖化防止のための環境教育に関する研究 (7) ～CO<sub>2</sub>濃度測定を取り入れた環境教育プログラムのバリエーションとアシスタント学生の教育効果～『名古屋産業大学環境経営研究所年報』第 11 号 pp.1-6.
- 国土交通省 国土技術政策総合研究所 (2010)「巨樹・老樹の保全対策事例集」『国土技術政策総合研究所資料』第 566 号 192pp.
- 西園朋広 (2012)「樹木・森林の成長—変異性と類似性—」『森林科学』No.64, pp.35-38.
- 斉藤光矢、中尾登志雄 (2004)「学内緑化木の樹勢診断」『九州森林研究』第 57 巻 pp. 263-266.
- 北海道大学低温科学研究所・日本光合成研究会 (2008)「光合成研究法」『低温科学』第 67 巻 678pp.