

「屋上緑化」による降温効果の測定* The Measurement of Cooling Effects by Roof Planting

軸丸 勇士 (大分大学名誉教授)
山下 茂 (大分大学教育福祉科学部)
黒永 俊弘 (大分県中津市教育委員会)
岩尾 雅広 (大分県中津市教育委員会)
木下 和彦 (大分県中津市教育委員会)
栗田 博之 (大分県大分市教育委員会)

【要旨】

米苗床用容器に緑色植物を植え、それを校舎の屋上に並べ緑化した。その真下の部屋と容器を置いてない下側にある部屋の温度やそれらの真横に位置する2教室の温度を測定した。その結果、天候にも依るが、真下や真横の室内温度は植物容器がある所は置いてない所に比べて2～4℃、外気温に比べて5℃程低くなる。

その一方で昨年に引き続き校舎南側に蔓性植物を植え「グリーン・カーテン」として使用した。そのカーテンの有無による室内温度の違いについて、それぞれの学校や事業所毎に測定が行われている。それによると測温場所にもよるが、グリーン・カーテンがある所はない所に比べて2～3℃、外気温に比べて数℃低くなることが明らかになってきた。

この屋上緑化やグリーン・カーテンのための植栽、その後の管理、温度測定などは理科学習、環境学習、総合学習、食育などに使われ、自然への興味や関心を高めると共に、地域住民と連携した交流に繋がっている。他方、大分県や県教委も今年度から空調に頼らない省エネ思想啓発のために、グリーン・カーテンの普及を県庁舎や県立学校で始めた。

【キーワード】 屋上緑化、グリーン・カーテン、温度測定、省エネルギー、理科教育、環境学習、

I. はじめに

最近国内はもとより世界的な地球環境の悪化が懸念されている。特にヒートアイランド対策やCO₂放出量削減のため、如何にしてエネルギー消費を少なくし環境に配慮するかが課題になっている。その一つに1997(H9)年12月国立京都国際会館で開かれた第3回気候変動枠組条約締約国会議(地球温暖化防止京都会議, COP3)で議決されたもの、所謂「京都議定書(Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change)」^{1, 2)}がある。

その流れの中で2009(H21)年9月22日、ニューヨークで開催された国連気候変動サミットでは、温室効果ガスを2020(H32)年までに1990(H2)年比で25%削減するという日本の中期目標に定めた首相演説が高く評価され、各国へ削減に向けた一層の努力を呼びかけている³⁾。それらを受けて米国、中国、インドなどの多量排出国も次々に声明を発表し国際的な削減への取り組みが始まっている。

* 本稿は2009(H21)年11月27日 日本科学教育学会九州・沖縄支部会(鹿児島大学)で発表したものの一部をまとめたものである。

その様な国際的な協力が始まろうとしている中、2012（H24）年に期限切れとなる「京都議定書」を引き継ぐための新たな仕組み作りとして、2009（H21）年12月7～18日コペンハーゲンでCOP15（国連気候変動枠組条約第15回締約国会議）が開かれた。ここでは先進国と途上国の利害などが出て対立が解けず、各国に排出削減を義務づけないままであったが、各国首脳が初めて出席し、2013（H25）年以降の地球温暖化対策の国際枠組みの骨格を提示した政治合意文書「コペンハーゲン合意」が何とか承認され、1年先に開かれるCOP16での枠組み合意に向けた動きが早くも始まった⁴⁾。

この様に地球環境保護の観点から大きくは国連を中心に、小さくは各国独自の温暖化対策が講じられようとしている。その一つがどの様にして人工エネルギーの消費を抑えるか、それと共に自然エネルギーの有効活用を行なうかである。そのための試みが各地で始まっている。

その基本理念に合う方法として手軽にでき比較的費用もかからない「グリーン・カーテン（以下GCという）」がある。また設計段階から予め準備を行い「屋上緑化（RG）」、「壁面緑化」等の方法を用いて建物や室内の温度を下げ、空調機器に頼らない自然環境に配慮した試みが、公共施設や学校、小さくは家庭などで行われるようになってきた⁵⁾。このうちGCは日本特有の高温多湿の生活環境の中から、先人達が育んできた生活の知恵であり、見た目にも涼しさが感じられる風情である。

RGの国内での普及は1990（H2）年頃から始まった。特に東京都は2001（H13）年4月より「東京における自然の保護と回復に関する条例」を設け、一定基準以上の新築・増改築の建物に対して、緑化を義務付けている。また、自治体によっては屋上緑化の補助金を出してRGを奨励している所もある。これを行うことで、地球環境への配慮と共に建物の断熱性、耐久性、防音性などの向上を図り、保水力の増加、大気汚染物質の吸収や吸着、景観の向上、畑としての利用、企業におけるイメージ向上等の利点がある。

その様な社会情勢の中、大分県中津市は2008（H20）年から市内の11幼稚園、小学校24（現在は23）校、中学校10校や公民館と市役所等に琉球朝顔やニガウリ（ツルレイシやゴウヤとも言う）などの蔓性植物を植え込み、GCとして実用に供している⁶⁾。そのGCによる降温効果や地域と学校の連携については2008（H20）年11月、日本科学教育学会九州支部会（長崎大学）で報告した⁷⁾。

上述のような様々な効果や連携もあって中津市内の44校園や公民館、市役所では今年も引き続き、GCとして朝顔などの蔓性植物の植込みを行い（図1）、それに関連した特徴のある授業や行事が色々な形で多くの校園で実施されている⁸⁾。特に今年からは学校や事業所毎に温度の測定が行なわれ、その観測データは環境教育や理科教育、総合学習等に使われている。

大分県環境部はこれまで「県政だより」などの広報誌を使ってGCの普及啓発をしてきたが、一般には広がらなかった。しかし、前述の様な降温効果が明らかになってきたこともあり、環境部は県下に普及するために特別予算を県議会に計上し、県庁舎南側のベランダに大型のプランターを置き、朝顔やニガウリを植え込みGCとして使用した（図2）。それと共に県民対象にGCのコンクールを行い、その普及拡大に努めている。

また、大分県教委は2009（H21）年6月16日に文部科学省の出した「スクール・ニューディール」



図1. 2階部分まで琉球朝顔を這わせてGCとして用いた中津市内の中学校



図2. 県庁舎のベランダに設置した朝顔とニガウリによるグリーン・カーテン

構想の推進に関するお願い⁹⁾を受けて、最も簡単に実施できるものとして、県立学校を対象に GC を試験的に普及させることにした。しかし、県議会での予算成立が6月下旬となったため農業高校で苗（朝顔とニガウリ）を育て、それを全ての県立校に配布し、それぞれの学校に応じた植え込みが7月上旬に行われ GC として育てた。それを使って夏の陽光を遮蔽し室温を下げることにしたが、学校による取り組み姿勢や認識の違いもあり、手入れ（施肥や給水等）が不十分であったり、必ずしも GC としての効果が認められないところ

も多々ある。ではあるが、GC の普及啓発に向けた試みが県立学校でも始まっている。

その様に全県的な GC を利用した温度を下げる気運が高まる中、中津市立山国中学校では昨年からの継続している GC だけでなく、新たな降温の手法として5月に屋上緑化を行なうための植栽を生徒と地域住民が協力して実施した¹⁰⁾。その方法は農家で使われている米苗床用容器（トレー）に、高温や乾燥に強い緑色植物のメキシコマンネングサを植え込み（図3）、校舎の屋上に並べることにより太陽熱を遮断し、室内の温度を上がらぬようにするものである。この効果について、トレーの設置してある下の部屋（図4上の①室）と置いてない真下の部屋（図4上の③室）やその真横にある部屋（図4上の②室や④室）の温度を2009（H21）年8月10～12日に測定した。本稿ではここで得たデータを基に RG による降温の効果を報告する。また、同時に中津市内の校舎で昨年に引き続き実施している GC の取り組みについても述べる。

ここで RG に用いたメキシコマンネングサ（学名：*Sedum mexicanum*、俗に「セダム」と言うこともある）は世界に400種程あり、5亜属に分類される。開花期には黄色や白い花が咲く。この花は集散花序（一部は総状花序）で、花序には葉状の包がある。これは世界各地に分布し、岩の割れ目のような乾燥かつ高温となる貧栄養且つ塩基性の土壌でも生育可能な丈夫な植物である。それ故、最近では屋上緑化だけでなく、園芸植物としても利用されるようになってきている。



図3. 校舎の屋上緑化のため①室の上に並べたメキシコマンネングサの容器(手前)と設置していない半分から向こう側(③室の上)

II. 温度測定と方法

今回 RG による温度測定を行った山国中学校は中津市の中心部から西に30kmの所にあり、1級河川である山国川に沿うように国道212号線が平行に走る日田市とのほぼ中間点に位置する。学校は体育館やグラウンドと共に斜面を階段状にして2段に建てられている。そのため、山間部特有の風が吹き、天気の変化が比較的大きい特徴がある。校舎は鉄筋コンクリート3階建て（一部1階—その上に植栽したトレーを並べた所とない所を作り観測した）、南東から北西向きに建てられている。校舎の南西側全面にグラウンドが広がり、そのグラウンドの一部（10m × 30m）には高麗芝が植えてある。この芝

の中央に高さ 2m の棒を立て上部に白色の傘を結びつけ影をつくり、1.5 m の位置に温度計を吊しその温度を気温として使うことにした。

一般に温度測定は熱電対や赤外線カメラなどの自動観測や記録機器を用いて、連続データを収集するのが主流ではあるが、前報⁷⁾の GC 温度測定の際と同様に、此处でも今後の学校教育の中で生かせるように敢えて温度計を使った。しかし、温度計には公差があるため、測定に使用する全ての温度計を検定した⁷⁾。この更正は標準温度計を用いて行い、検定した温度計にはラベルを付け、以後の温度測定の際にそのまま生かせるようにしてある。この温度測定と共に湿度、風向、風速の観測を同時に行った。この風向と風速は 10 分間の平均である。また、湿度は室の中央部の温度測定をした図 4 下の⑤点で、乾球湿球温度計を用いて測った値である。室外での測定は温度計に太陽光が当たらぬように必ず影を作り、観測したのは言うまでもない。

ここで用いた屋上緑化の方法は縦 30cm、横 60cm、深さ 4cm の米苗床用容器（トレー）に、深さ 3cm まで畑土を入れ、その上に高温や乾燥に強い緑色植物のメキシコマンネングサを植え込み、それを図 4 上の①室の屋上に並べることにより、太陽熱を遮断するものである。トレーを屋上に並べる際には床とトレーの間に 15cm の隙間を作り、排水や換気ができるように工夫した。

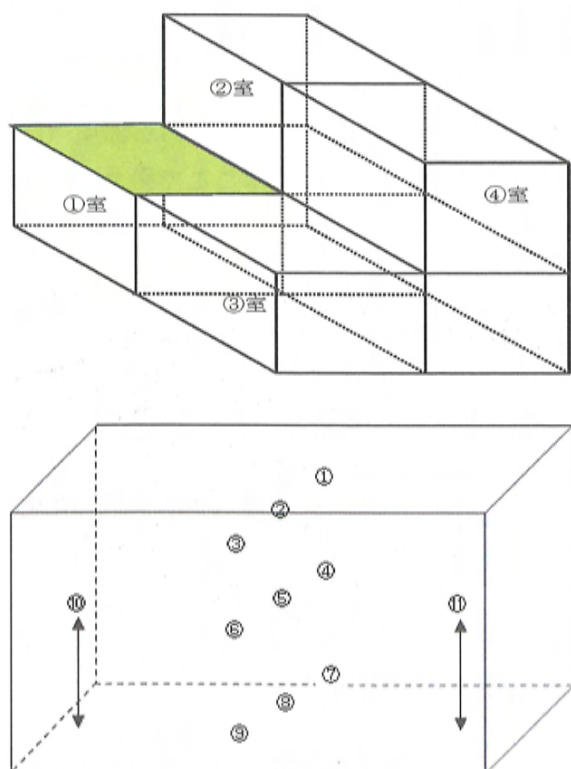


図 4. 温度測定を行った室の位置関係（上）、室内の①～⑪の温度測定位置（下）

温度の測定は図 4 上に示すように 1 階屋上にセダムを植え込んだトレーを置いた真下の①室、トレーを置いた直横 2 階の②室。また、対照としてトレーを置かない下側の③室、トレーの置いていない直横の 2 階の④室で行った。それらの①室～④室に前述の検定済み温度計を同一条件になるように設置し、①室の窓は南側と西側を、③室の窓は南側と東側を開けた。②室と④室の窓は南北にある全てを開放して観測した。

①室～④室の温度測定点は図 4 下に示すように北側窓の天井 0.3m の点を①、中央を②、そして南側の廊下に近い点を③とし、それぞれ床面から 1.5m の点を北側④、中央⑤ 南側⑥のように（床から 0.3m の点も同様）名付けた。更に前側中央 1.5m を⑩、後ろ側中央 1.5m を⑪とし、合計 11 点で観測した。その他、外部温度の測定はセダムを植えたトレーの下側と上側、トレーの 1.5m 上の 3 点、トレーの置いてない部屋③室の上 1.5m の点とした。

また、同時にグラウンドの地上 1.5m の点、グラウンドの芝の中央で高さ 1.5m の所の温度を測った。この他には、①室と③室から最も近い距離（30m）にあるスズカケノキ（学名：Platanus orientalis, スズカケノキ科 スズカケノキ属、属名でプラタナスとも呼ばれる）の高さ 1.5m の葉陰に温度計を吊し、樹木（木陰）温度として比較に用いた。

測定にあたっては条件を同じくするために各室に観測者 1 名と戸外にも 1 名を配置し、役割分担を行い測定時間のずれ（差）をなくすことに努めた。そのため、30 分毎の測定は全て合図に基づいて実施し、毎日 9 時～17 時、3 日間に亘り観測した。

Ⅲ. 結果と考察

屋上緑化による降温の効果を見るために8月10～12日の3日間、温度の測定を行った。この中、晴天であった11日の戸外温度を図5に示す。ここで横軸は観測した時間で、その下側のアルファベットは天候を示す（Fは晴れ、Cは曇り、Rは雨を示し、Wは風が強い場合で、2文字は両者が共存するか測定中に変化があったことを意味する）。また、草下とはセダムを植栽したトレーの下側温度を、草上は図4上の①室の屋上に置いたセダムから垂直に1.5m上点での温度を指す。また、屋上とはセダムを植栽した容器を置いてない③室のコンクリート屋根の上側1.5m点での温度。芝上はグラウンドの芝生上1.5mでの温度を指し、アメダスなどによる公式気象観測が行われてないため、本稿ではこれをこの場所での気温として論を進める。

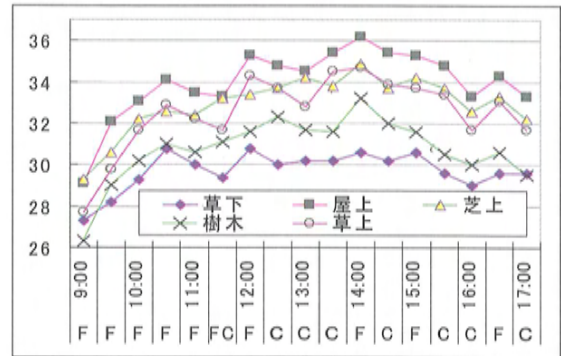


図5. 室外温度の時間変化（8月11日）

この3日間の測定で得られた温度変化を、大分気象台中津地域気象観測所と日田特別地域気象観測所のデータを基に比べると、後者に類似している。それは測定点が中津市（海岸部）から山間部に30km程入った所であり、盆地構造の地形故に同様な傾向があるのも頷ける。

また、図5からセダムを植えた容器下側の温度は朝を除き、10時以降になると気温の変化に関わらずほぼ一定の温度（ $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ）を示すことが判る（夜から朝にかけては更に下がる）したがって、その下に位置する①室の温度はこの屋上だけからの熱の流入であれば上昇しないはずであるが、気温と共に変化することからして、それ以外の影響が大きいと言える。また樹木（スズカケノキ）の温度も気温に比べて低く、その温度変化も小さいことから、光合成や蒸散作用による降温効果があり、この活用の仕方によってはGCに代わる自然を活用したものとなることが予想できる。その為にはどんな

樹種をどう植えれば効果的なのかなどの基礎研究の下に進める必要がある。それ故、今回は樹種と温度を下げるはたらきなどについてはこれ以上触れない。

この図5で最も日照による影響を受けているのが③室の屋上（何も置いてないコンクリートのまま）であるのがよく判る。これらの外部条件を考慮に入れ屋上緑化の効果を以下に論じる。

図6に降温効果の最も大きい②室と逆に最も小さい③室における8月11日14時の測定位置による温度分布を気温と共に示す。これ

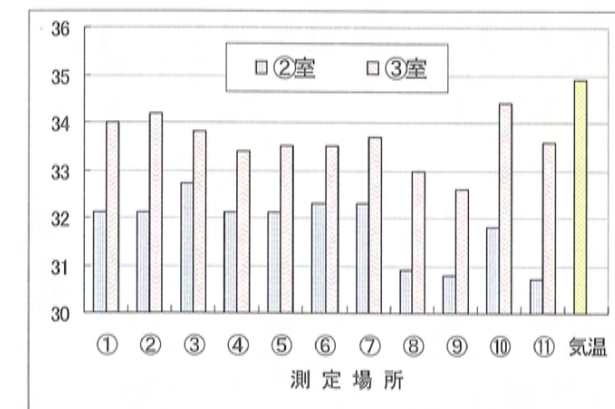


図6. ②室と③室の測定位置による温度の違い

より温度の違いの大きいのは⑪（教室後方）で 5°C 余、小さいのが③（天上下の南側）で 2°C 余りである。この様に室内においても測温する場所によって温度の違いがあるのが判る。したがって、以下は図4下に示す部屋中央部⑤（床から1.5mの点）での測定値を用いて比較することにする。

図7に8月11日の各部屋中央部の⑤で測定した部屋別室内温度の時間変化を示す。これを概観すれ

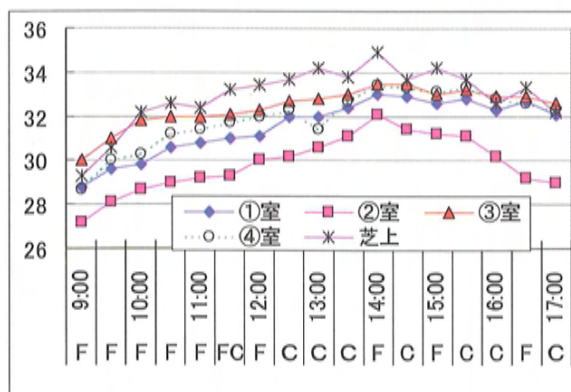


図7. 室内温度の時間変化 (8月11日)

ば何れの室温もほぼ同じような傾向をたどりながら 14 時を最高に上昇し、以後気温の降下に比べてゆっくりと下がる。これは気温が日照の影響しか受けないのに比べ、室内はコンクリートのため大きな熱容量を持つうえ、室の通風が良くないことによる。しかし、屋上緑化してある①室はしてない③室より約 1℃、気温に比べて 2～3℃低くなる。これ以上に顕著なのが屋上緑化した直横にある②室温度の下がり方が、気温より約 4℃低くなることである。これには緑化をしてない③室の真横にある④室の温度ですら気温より 2℃程低い

ことから RG による降温効果と共に、外からの風による影響があると考えれば説明がつく。測定を行った晴天または曇りの場合はこの傾向が顕著に観測された。しかし、雨が降ったり止んだりの場合 (8月12日) の温度については図8に示すように晴天時と顕著な違いが見られる。

つまり、どの部屋の温度を見てもグラウンドの芝上温度より室温の方が高く、前日の熱を保持しているのが判る。特にこれまでも高く推移していた RG をしていない③室の温度が他室に比べて約 2℃高い。したがって、今後はこの熱を誰もいない夜間にどのようにして早く室外に放出させるかで、温度の下がりが大きくなる。例えば (保安に対する課題を無視すれば) 夜間に窓等を解放して昼間の熱を逃がすなどの工夫をすればよい。しかし、雨の日は温度も上がらず 30℃以下と比較的涼しいことから、案ずる必要もないことかも知れない。

以上の観測結果から屋上緑化によって室内の温度は確実に下がることが判った。中でも緑化した真下の部屋 (①室) より、その真横の部屋 (②室) の方が約 4℃も温度が下がる。これは GC を用いるより降温効果が 2～3 倍大きく、室内の照度は何の影響も受けないことからより好ましいが、経費的には 10 倍以上もかかる。それ故、学習環境を良くするための温度を下げるにはどのような方法を採用するか、議論の分かれるところであろう。

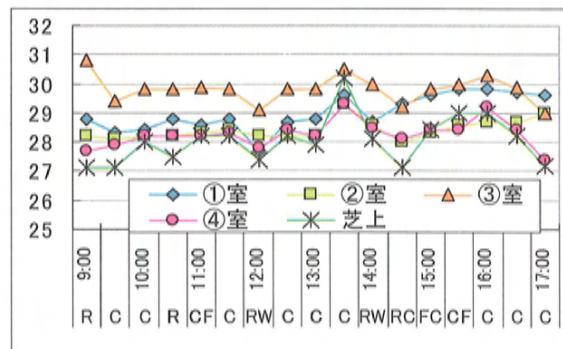


図8. 雨天時の室内温度変化 (8月12日)

成田等¹²⁾が GC 温度の測定から指摘しているように、前述の RG の値も測定条件 (日照時間、風向、風速) や室環境 (2 階, 3 階, 屋上等) 等により異なるであろう。従って、用いる草の種類、それを植える土壌や厚さ、その下の空間 (隙間) の大きさ、植え込んだ植物への給水やその日の気象条件等によっても変わることが考えられるので更なる条件整備を行い詳細な観測を更に行う必要がある。しかし、この屋上緑化による測定は今後の空調に頼らない、自然を活用する試みであり、その資料を得るためのものとしては大きな役割を果たしている。今後 2,3 年をかけて計画的な屋上緑化を行い様々な観測データを得て、その解析と蓄積を続けていけば、地域や環境に合った最も効果的な RG の方法を確立することができる。

それを継続的に行う簡便で且つ学習にも生かせるものとして児童生徒のクラブ活動等を生かした観測がある。それをその種の知識を持った教師の適切な指導の下に行えば、信頼性のあるデータとして

有効活用できるものとなる。今後の取り組みに期待したい。

また山間部に建てられた学校の場合、建物の直ぐ脇に田畑へ水を供給するための用水路（溝）があり、5～9月の間は水が流れている。その水の一部をパイプやホースを使ってバイパスさせて屋上に流せば、最も簡単な方法により温度を下げるができる。その際、サイフォンなどを使えば電力等の人工エネルギーも必要ない。その様な環境にあり、やる気さえあれば材料費も大してかからず、しかもその方法が簡単なため誰でも設置できる。

その使った水は元の溝に返せば農家にとっても水がなくなる訳でも汚染等の心配もないので支障はない。むしろ山間部の温度の低い（冷い）水の場合は水温を上げる（暖める）役目をし、稲などにとっては好ましくさえなる。山間部と言えども現在は各所に冷房も使われていることからして、電気料金の支払いも節約でき学校経費の削減に繋がる。これを来年度に向けた更なる降温方式として試みる価値がある。

IV. 結び

ここでは中津市立山国中学校の屋上緑化（RG）にかかる降温効果を中心に述べてきたが、トレーのあるところは真下の部屋（①室）や真横の部屋（③室）共に、晴天時では2～4℃程度下がる。しかし、降温効果は植栽に用いる植物やそれを植え込む土壌の種類や厚さなどにより違いがある。それはメキシコマンネングサ（セダム）の場合、25℃以上では蒸散作用が停止することが解っており、トレーの下側温度が気温や周囲温度の変化に依らず常にほぼ一定値であること。更にグラウンドの端に植えられているスズカケノキでの測温から、グラウンドの温度が大きく変化するにも関わらず、低く推移していることから言える。従って、今年を取り敢えず乾燥と高温に耐える植物「セダム」を用いてのRGであったが、この測定からデータも得られたことであり、最も好ましい植物の種類やその植え方など更なる検証を進める必要がある。

簡単には屋上に土を置くだけでも降温効果があることは判っている（測定済み）。しかし、その場合だと風が強い時にはその土砂が飛散し、自分の所だけでなく近所の洗濯物、屋根瓦、建物や動植物を汚染することがある。そのため、必ず植物を植えるか覆い等をつけて、強風と大雨などによる土砂の散逸を防止する対策を講じなければならない。

RGだけでなくGCについては2008（H20）年度から大分県内の先頭を切って中津市立の全小中学校と幼稚園、公民館や市役所等で始まっている（試行の数校を加えれば3年になる）。これは市教委が2008（H20）度から本格的に予算（植物が巻きつくためのネット、植えるためのプランター、苗代等）を計上し、GCづくりの手引き書を作成するなどして普及に努めたことによる。更に、2008（H20）年に実施したGCによる降温効果の測定データを公開し、積極的な啓発を行った結果、今年から地域住民もこれまで以上にGCを作りエネルギー消費の低下に向けた動きが多く見られるようになってきた⁶⁾。

特に学校に限ってみると、最初はGCについて積極的でなかった所も、会議等での情報交換や前年の反省に基づいて育成と繁茂のための様々な工夫改良が行なわれ、GCの生育や管理の差違は縮小して上手くなっている。それはGCが単に教室の温度を下げるだけではなく、それに絡んだ各種学習や連携など多くの得るものがあることが判ったからでもある。2009（H21）年度も44校園はそれぞれに応じた各種の蔓性植物を植え込み、市教委や独自のホームページに掲載する⁶⁾などして、地球温暖化防止のための環境学習や総合学習、理科、生活科、食育などに役立てている⁸⁾。今後は測温したデータ、取り組みの様子、各種行事等の研究発表を行うなどすれば、学校毎の特徴や育成の手法が判ることで

新たな取り組みへとつながり、これまでとは違った総合学習等の姿や方向が見えてくる。

それに遅れてはならずと、大分県環境部や県教委は 2009 (H21) 年夏から県庁舎や県立学校のベランダや南側の窓辺に朝顔やニガウリを植え込み GC として、電力消費を少なくする環境に配慮した試みを始めた。しかし、県議会による予算通過が遅れたことに伴い植栽も 7月上旬まで遅延したため、夏休み前までにはそれによる効果を見るまでにはなっていない。そのうえ県立学校の場合、学校間の取り組み姿勢や意識が昨年までの中津市内の校園に比べてより大きな違いがある。



図 9. 竹垣を作って朝顔等を巻きつかせ GC として使用した個人住宅

しかし、このような先駆的な試みが行われ、降温効果が出てくることが人々に理解されてくれば、新たな動きとして普及していくことになる。筆者等は既に 20 年以上前から毎年夏の間、図 9 のように竹を用いた垣 (高さ 3m, 長さ 12m) を作り、これに朝顔等数種類の蔓植物を巻きつかせて GC とし活用してきたので、地球環境への幾分かの貢献を自負しているところでもある。

ここで GC として用いる植物についてみると、大分の場合 7 月～9 月までは 30℃ を超える日が続くこともあり、植栽する植物を何にするかで降

温効果が違ってくる。ウリ科やマメ科植物は 9 月になると葉が枯れたり落ちたりするからである。その点、琉球朝顔 (参考文献 7) 参照) の場合 (初年度は生育が遅く) 植えた地域によって異なるが、2 年目からは生育が早まり 6～12 月まで (10 月以降、その必要はないが、霜が降り始まるまで) 緑を絶やさないのので効果は大きい。ただ繁殖力が大きいので適宜芽摘等を行わないと、成長し過ぎて陽光を遮り照明を必要とする事態にもなる。その上、種子が殆どできないので、朝顔のように種まきや収穫などの学習や行事ができないのが欠点である。それを考えれば、教育的観点から朝顔が好ましい。しかし、ウリ科やマメ科植物のように給食や食育に利用できない。これらのことを考慮に入れ特に小学校では、それぞれの学校毎に特徴ある植物を植え、GC を作っているのも納得がいく。

更に、学校によってはこれまで見向きもしなかった屋上に降った雨水を、そのまま流してしまうのではなく図 10 のような大型容器 (例えばバケツ、各種プラスチックや発泡スチロール製容器など) に貯留しておくところも出てきている。こうして容器に溜めた雨水を水道水の代わりに GC への給水や運動用具に付着した泥を洗う際に利用するなど、環境への関心や配慮がより大きく膨らんできている。同時にこれが水道料金の節約になっているのも見逃せない。ただ、大分と雖も冬期は凍結することがあるので、容器を破壊したり、水漏れが生じる原因になる。それ故、水の使用量も少ない時故に貯水を止めて排水してしまうか、又は断熱材を使って保温するなどの工夫が要る。筆者の場合、地下に数 m³ 貯水しているので温度は約 15℃ と一定しているが、その水を使うのに小型ポンプを用いているので省エネと言えるのだが、水の有効活用の 1 例ではある。



図 10. 屋上に降った雨水を容器に蓄えておき、晴天時の給水に利用できるようにした城西中



図 11. 環境教育や食育を扱った新聞記事

中津市内の全校園で取り組まれた 2 年目の GC は、植栽から草取りやネット張り、水管理、更には来年度の植え付けのための有機堆肥作りに至るまで地域住民と連携したものとなり、一層地域に馴染んだものとなっている。中でもニガウリが多く収穫できた 13 校園では、日頃学校へ色々な形の協力や支援をして貰っている保護者、老人会、校区住民などを招待して給食を一緒に食べたり、収穫祭や感謝の意を込めた校園独自の行事も行われている（図 11,12）⁸⁾。

また、この他には地域や施設の高齢者と保護者等が植栽、草取り、水管理、施肥を通して交流したことが引き金となり、自主的な園児や児童生徒の登下校時の不審者からの見廻り、保護や支援、通学路の草刈りや道へ伸び出した樹木の枝切りが行われている。それに対して児童生徒は高齢者や一人暮らしの家を訪問し一緒に遊んだり、話をしたり、昔話を聞いたりするなど心の教育へと繋がっている。これらとはかく個人中心の最近の社会状況からみると、大変微笑ましい光景であり好ましい。将に地域と学校が一体となって子どもを育てる現在の方向に合った教育の可能性を持ったものになるうとしている。

この様に中津市での校園や公民館を活用した GC や RG は単に室内の温度を下げ、学習環境を良くするだけでなく、エネルギーの消費を少なくし地球温暖化の防止に役立つと共に、学校と地域の連携や協働、各種活動や学習等にも大きく貢献している。そしてこれが近年特に疎遠となっている学校、保護者、住民との再接近の契機となる可能性を示唆しているとも言える。今後はこれまで以上の交流ができ、各種学校ボランティアなどへ発展することを期待したい。

ここで図 10 の場合、雨樋からの水を連通管を兼ねたパイプかホースを通して容器上部に導いておけば簡単に自然に溜まる。これだと一定水位以上になれば容器の中に流入せず、樋の中を流れるだけで、雨水を何の制御装置を使うことなく一定水位（水量）に保つことができるので手間もかからない。

ただ長期間降雨がなかった場合、初期の水は風などにより屋上に運ばれ、堆積した土砂や粉塵、樹木の葉等の有機物を一緒に流し込み、水の濁りや沈泥、腐敗によるガスの発生、給水や排水弁の詰まりの原因となることが多いので、それらの流入防止装置を設置するか、降り始めの水だけは容器内に入れずに外に出し、一定時間（一定量）後から流入するように工夫する必要がある（1 週間程度で使い切ってしまうのであれば、殆ど問題にならない）。



図 12. GC として植えたニガウリ等を収穫し、地域住民、保護者、児童が協力して調理を行い一緒に給食を食べる

【参考文献】

- 1) 外務省 : <http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kankyo/kiko/>
- 2) 環境省 : <http://www.env.go.jp/earth/>
- 3) 「25 %削減」国連で宣言 : 朝日新聞 2009.8.23 朝刊 1
- 4) 「フォーラム・エネルギーを考える」 : 低炭素社会へ日本の舵取りは 2010年2月
- 5) 学ぶ 校舎を覆う「緑のカーテン」効果のほどは : 朝日新聞 2008.8.3 朝刊 24
- 6) 中津市教委 : <http://www.city-nakatsu.jp/kyouiku/>
: <http://www.city-nakatsu.jp/kyouiku/green%20eco2009/green1.html>
- 7) 軸丸勇士他 : 日本科学教育学会研究会研究報告 23(2) (2008) 45-48
: 大分大学高等教育開発センター紀要 第1号 (2009) 13-20
- 8) グリーンカーテンを調理する : 大分合同新聞 2009.9.8 朝刊 12
- 9) 文部科学省 : http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/21/06/attach/1270335.htm
- 10) 室温下げてCO₂削減 中津山国中が屋上緑化 : 朝日新聞 2009.5.20 朝刊 27
- 11) 軸丸勇士他 : 日本科学教育学会研究会研究報告 24(2) (2009) 23-28
- 12) 成田健一 : 環境情報科学論文集 21 (2007) 501-506

The Measurement of Cooling Effects by Roof Planting

ZIKUMARU, Yushi (Professor Emeritus, Oita University)
YAMASHITA, Shigeru (Faculty of Education and Welfare Science, Oita University)
KURONAGA, Toshihiro (Nakatsu City Board of Education)
IWAO, Masahiro (Nakatsu City Board of Education)
KINOSHITA, Kazuhiko (Nakatsu City Board of Education)
KURITA, Hiroyuki (Oita City Board of Education)

Abstract

Green plants were grown in seedling containers and they were laid out on the rooftop of a school house. The temperature of a room below the part where the containers were placed and no containers were placed was measured respectively. The temperature of two other classrooms located next to the two rooms was also measured. It was found that depending on the weather, the indoor temperature of the room with containers above it or that of the room next to it was 2 to 4 °C lower than that of the room with no containers above it; and that the indoor temperature was approximately 5 °C lower than atmospheric temperature.