

# 緑のカーテンを教材とした副専攻（環境システム） におけるESDの展開

山本 武\*, 関屋 建三\*, 今村 主税\*\*

持続可能な開発のための教育, 副専攻（環境システム）, 緑のカーテン, 環境経営システム, エコアクション21

## Development of ESD with Green Curtain as Study Materials in Minor Course

Takeshi YAMAMOTO\*, Kenzo SEKIYA\*, Chikara IMAMURA\*\*

Education for sustainable development, Department vice-specialty of environmental system, Green curtain, Environmental management system, Eco-action 21

Yamaguchi prefectural university has been certificated by Eco-Action 21, a standard of environmental management system issued by Ministry of the Environment since 2006. We have brought forward the education for sustainable development (ESD) in the environmental commitment since 2008. We established the department vice-specialty "environmental system" that could provide a study transversely, and that laid emphasis on the personnel training where students could take sustainable society on in all specialized fields. This documentation is the report to have been evolved ESD used green curtain as study materials, and will give an account to development of ESD for the future.

### 1. はじめに

山口県立大学は環境省が策定した環境マネジメントシステム（EMS）基準であるエコアクション21（EA21）<sup>1)</sup>の認証を2006年9月に取得し、環境経営に努めてきた。2008年には、2002年に開催されたヨハネスブルグサミットにおいて日本が提案し、国連総会で実施が議決された「持続可能な開発のための教育（ESD）<sup>2)</sup>」を進めることを環境方針に盛り込んだ。ここで言う「持続可能な開発」とは、「将来世代のニーズを損なうことなく現在の世代のニーズを満たすような開発」と定義され、わが国における「国連持続可能な開発のための教育の10年」実施計画<sup>3)</sup>では「世代間の公平、地域間の公平、男女間の平等、社会的寛容、貧困削減、環境の保全と回復、天然資源の保全、公正で平和な社会などが持続可能性の基礎となっており、環境の保全、経済の開発、社会の発展（以下を含め、「社会」を文化の面も含めた広い意味で使います。）を調和の下に進めていくこと」とされている。

さらに2008年4月より学部横断的に履修できる副専攻「環境システム」を開設し、どの専門分野においても持続可能な社会を担っていける人材育成に力を入れてきた。図1にこの「環境システム」の科目体系を示した。1年次の必須科目である「基礎セミナーI」をベースに副専攻は「EMS論」、「エコアクション21構築実習I, II」を基幹とする科目および環境を中心とした周辺の学問領域にあたる展開科目群より構成される。

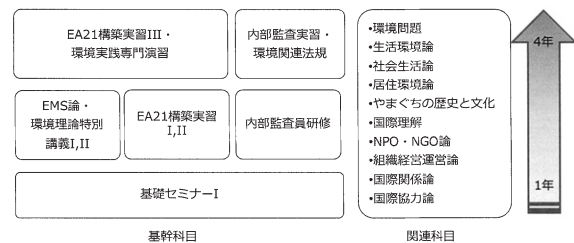


図1 副専攻「環境システム」の科目体系

\*山口県立大学プロジェクト支援室

\*\*山口県立大学共通教育機構

本資料はこの「環境システム」の中核となる科目「エコアクション21構築実習Ⅰ」および「エコアクション21構築実習Ⅱ」において、緑のカーテンを教材にESDを展開した記録であるとともに今後の副専攻におけるESD展開の展望を記したものである。

## 2. 方法

### 2-1. 緑のカーテンの育成

山口県立大学1号館の3階建ての校舎の南面に幅10m、高さ13mに渡って屋上よりネットを張り、MAP社製の自動給水装置付きプランター10個を設置、キュウリ、朝顔、ゴーヤ、ヘチマの苗を混植した。

一つの苗床につきキュウリ(2本)・ゴーヤ(2本)・ヘチマ(8本)・アサガオ(種5粒)で植えた。苗床はMAP社より購入した土(以下MAP土と呼ぶ)とJAより購入した土(以下JA土と呼ぶ)で各々図2(a)および(b)の要領で土作りを行った。以下にその手順を示した。

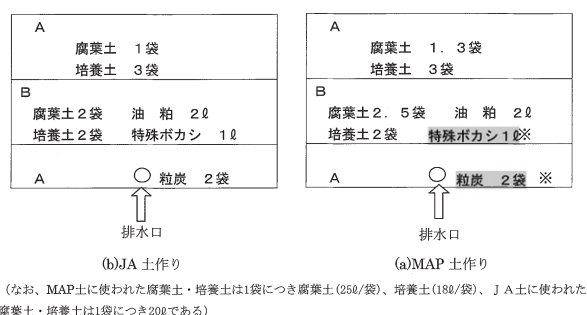


図2 MAP社、JAの苗床の配合

<土づくり>

- ① コンテナ設置
- ② 調水器、コルゲート管取り付け
- ③ A(粒炭2袋)投入
- ④ B投入(事前にブルーシート上で配合)
- ⑤ A投入(事前にブルーシート上で混合)

### 2-2. 温湿度の測定

緑のカーテンの掛かる部屋と、対照区として緑のカーテンが掛からない部屋それぞれ1~3階の各1部屋について、温湿度データロガー(TANDD社製RTR-53)を設置し、8月21日から、10分間隔で測定を行った。設置の際にはできるだけ風の影響がなく、直射日光の当たらない場所を選び、床から約170-200cmの高さにセンサーを設置した。また、居室ではエアコンの入切や温度設定など特に指示を与えず、日常的に過ごしやすいう、各自の工夫の範囲内で過ごしてもらった。体感温度はミスナール体感温度(M)を採用し、式(1)により算出した。

$$M = t - 1/2.3 (t - 10) (0.8 - h/100) \dots (1)$$

ここでtは室温(℃)、hは湿度(%)である。

### 2-3. 電力使用量の測定

電力使用量は温湿度データロガーを設置した1階の2部屋(緑のカーテンの掛かる部屋と対照区として緑のカーテンが掛からない部屋)について、エネルギー管理ナビ(中国計器工業社製CK-5F)を用い、分電盤上で各部屋のエアコンのスイッチを特定し、センサーを設置した。

### 2-4. 放射温度の測定

緑のカーテンの葉の表面、緑のカーテンの掛かっている場所および掛かっていない場所の壁面・窓ガラス表面・ブラインド表面について、放射温度計(CUSTOM社製IR-302)により測定した。

### 2-5. 水使用量の測定

水の使用量はプランターに接続している水道の元栓の下流に水道メーターを設置し、使用量を読み取った。

### 2-6. 潜熱輸送量の算出

潜熱輸送量IEは、吸水量=蒸発量と仮定し、単位時間あたりの蒸発量が3.53mm/dayのとき潜熱輸送量が100W/m<sup>2</sup>であること<sup>4)</sup>、今回の緑のカーテンの面積が130m<sup>2</sup>であることから式(2)により1週間あたりの潜熱輸送量を算出した。

$$IE = 100S / (130 \times 3.53) \times 7 \dots (2)$$

ここでIは気化潜熱、Sは1日あたりの給水量(L/day)である。

## 3. 結果と考察

### 3-1. 緑のカーテンの成長と給水量、潜熱輸送量、気温との関係

図3に緑のカーテンの成長と給水量、潜熱輸送量、気温との関係のグラフと写真を示した。緑のカーテンの成長に伴い、給水量が増加していることが明らかである。葉から蒸散した水分は周囲の熱を奪うため、緑のカーテンはその周囲の温度を下げる効果があると考えられる。図3より、給水量の増加とともに、単位面積あたりの潜熱輸送量が増えている。また、緑のカーテンの成長は、最低気温と最高気温の差が大きくなり始めた頃と重なっている。人は最低・最高気温の差が大きいほど暑いと感じる性質を持つ<sup>4)</sup>。ちょうどその気温差が大きくなる時期に緑のカーテンの冷却効果が発揮され始めていると考えられ、緑のカーテンが気温差の大きくなる時期に合わせて成長をすることで、効果的に太陽光の遮断、遮熱効果が発揮されることが期待できる。

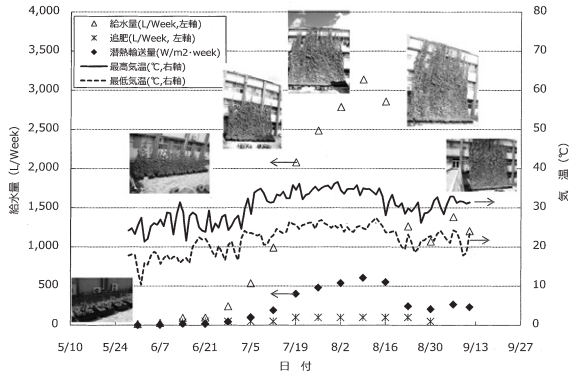


図3 緑のカーテンの成長と給水量、潜熱輸送量、気温との関係

また、水の出口となる気孔が葉の裏側に集中しているため、蒸散の大部分は葉の裏側で起こる。そのため、緑のカーテン裏側（居室側）は特に清涼感を得やすいと考えられる。以上のことから、緑のカーテンは水の蒸発潜熱を利用した自然冷却システムと捉えることができる。

### 3-2 緑のカーテンの有無と室温-外気温との関係

図4に2008年8月23日、24日の緑のカーテンの掛かった部屋と掛かっていない部屋の室温および外気温の変化を示した。24日の緑のカーテンの掛かっていない部屋の室温は外気温の上昇に伴って、勾配が急な曲線を描いており、午前中に急激に室温が上昇していることがわかる。一方、緑のカーテンの掛かった部屋の室温は常に27~28°Cで推移しており、緑のカーテンが室温の変化を緩やかにする効果があることがわかる。奈良女子大学生活環境学部住環境学科の磯田則生教授（建築環境学）は「人は2°C気温が変化すると「涼しい」「暑い」を感じる」<sup>5)</sup>と述べている。このことは午前中の急激な室温上昇が、人に暑さを感じさせ、エアコンのスイッチを入れる行動へと結びつくと推察できる。

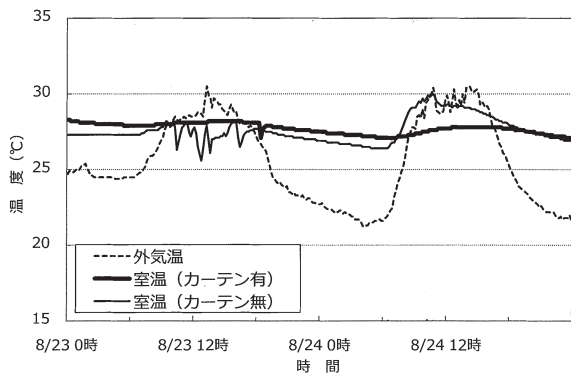


図4 緑のカーテンの有無と室温-外気温との関係

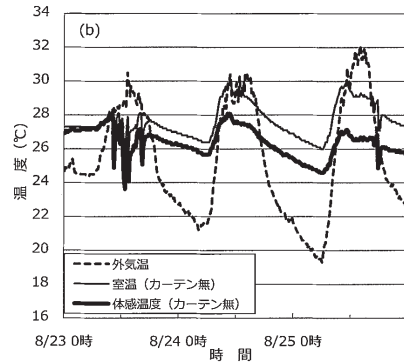
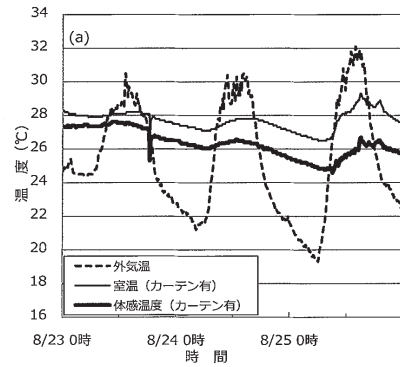


図5 緑のカーテンの有無と室温-ミスナール体感温度との関係

図5 (a) に緑のカーテンが掛かった部屋の室温とミスナール体感温度、外気温との関係を、図5 (b) に緑のカーテンが掛かっていない部屋の室温とミスナール体感温度、外気温との関係を示した。ミスナール体感温度は湿度による人の温度の感じ方を補正するもので、湿度が80%の時に気温と体感温度は一致し、湿度が低いほど体感温度は低くなる。

図5 (a)、(b) のグラフから緑のカーテンの有無にかかわらず、体感温度は室温よりも1~2°C程度低くなる傾向にあることがわかる。また、先に述べた緑のカーテンによる室温変化の緩和効果は、23、24日の最高気温が30°C程度の時は発揮されるが、25日の気温が32°C付近まで上昇すると室温が徐々に高くなり、室温変化の緩和効果が小さくなることが読み取れる。

### 3-3 緑のカーテン内外の壁面の放射温度と室温との関係

図6に2008年8月26日の緑のカーテン内外における壁面や窓ガラス、ブラインド表面の放射温度を示す。外壁の表面温度は、午前10時という比較的早い時間にもかかわらず、白色部分で40.4°C、茶色部分では44.8°Cにまで上昇している。また、室内のブラインドの表面温度は緑のカーテンの掛かった部屋で29.5°C、掛かっていない部屋で34.6°Cと約5°Cの温度差が生じ、このブラインドからの放射熱も体感温



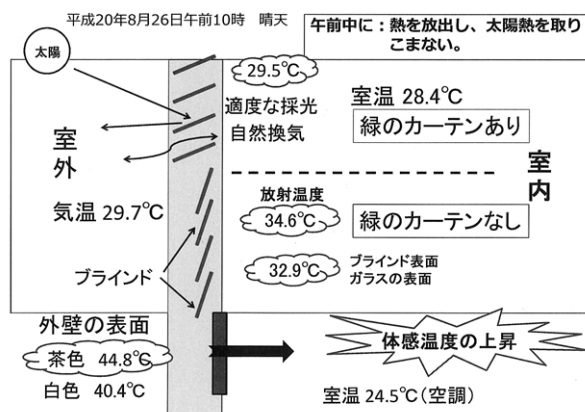


図6 緑のカーテンの効果（電力使用量、作業環境としての空調使用との関連）

度に影響を与えると考えられる。このときの気温は29.7°Cであり、緑のカーテンがある部屋では自然換気をすることにより、室温は28.4°Cと温度上昇が抑えられているのに対し、緑のカーテンの掛かっている部屋では既にエアコンのスイッチが入れられており、24.5°Cにまで室温が下がっていた。恐らく、緑のカーテンの掛かっている部屋では、午前中の早い時間に急激に室内温度が上昇したことにより、「エアコンのスイッチを入れる」という人の行動につながったものと考えられる。また、壁からの熱伝導による放射熱も室内外の体感温度に影響していると考えられる。

以上の結果より、緑のカーテンは室内の温度変化を緩やかにし、人の体感温度による「暑い」という感覚を生じにくく作用するため、「エアコンの電源を入れる」という行動そのものを起こしにくくさせると同時に、エアコンの室外機周辺と室内の温度差が小さくなることで、エアコンへの電力の負荷を小さくする効果もあると考えられる。

#### 4. 総括

今回は緑のカーテンを一つの教材として、環境マネジメントのための様々な測定を行い、緑のカーテンをツールとして活用するための多くの知見を得ることができた。ESDが目指す多面的な思考や行動を誘発する教材として、緑のカーテン実習は、住空間の快適性、省エネ、食糧資源、自然との共生、生物多様性等、様々な側面から捉えることができる。

緑のカーテン実習をジャパン・フォー・サステナビリティが持続可能性の指標としてまとめた「5つの持続可能性の指標と4つのカテゴリー」<sup>6)</sup>を用いて整理してみる。表2に示したように、この緑のカーテンをツールとしてとらえると、例えば公共の場所への設置が進めば、異世代間の交流や市民への憩いの場の提供となるほか、自然とのつながりや環境教

育のための教材、食糧資源、健康増進等への展開へつながる。

現在、様々な地球環境問題が指摘されており、情報の洪水の中、様々な立場で脅威論<sup>7)</sup>・懐疑論<sup>8)</sup>等が展開されている。これらの中には個々人の思考や情報の選択、捉え方次第でどのようにも解釈され、1歩間違えると社会の方向性を見失いがちである。しかしながら、どれも持続可能性という視点においては、現在の地球の資源、人口、幸福度、経済、社会など目指すべき方向、着地点はほぼ同じであろう。

ESDは本学において、環境方針に謳われているとおり、副専攻においてのみ実施されるべきものではなく、各専門の領域においても様々な角度で展開されてこそそのESDである。環境経営システムはESDを展開するための一つのツールでもあり、環境の視点からだけではなく、本学の専門課程である福祉的、国際的、健康的な側面からも展開していきたいと考える。

#### 5. 謝辞

緑のカーテンを作成するにあたり、作成要領等のアドバイスを頂いた東京都板橋区役所環境保全課、JAやまぐちの吉廣利夫氏、多くの労を担っていただいた河村光晴氏、様々な測定、解析をした副専攻の履修生、また実の収穫等でお手伝いいただいた教職員、学生の皆さんに感謝いたします。

#### 6. 引用文献

- 1) エコアクション21, 財団法人地球環境戦略研究機関 持続性センター, <http://www.ea21.jp/>, 2009.12.20 ダウンロード
- 2) ESDとは, 環境省, <http://www.env.go.jp/policy/edu/esd/about/index.html>, 2009.12.20ダウンロード
- 3) わが国における「国連持続可能な開発のための教育の10年」実施計画, 環境省, 2 (2006年3月30日)
- 4) 熱の流れと現象, <http://www.asahi-net.or.jp/~rk7j-kndu/kisho/kisho12.html>, 近藤純正, 2009.12.20ダウンロード
- 5) 奈良県の情報サイト「ならリビング.com」, [http://www.naraliving.com/special/spe\\_080725.html](http://www.naraliving.com/special/spe_080725.html), 2009.12.20ダウンロード
- 6) 「持続可能な日本の社会を考える」, ジャパン・フォー・サステナビリティ, P16 (2007)
- 7) 「温暖化地獄」, 山本良一著, ダイヤモンド社 (2007) 等
- 8) 「環境問題はなぜウソがまかり通るのか」, 武田邦彦著, 洋泉社 (2007) 等

表1 緑のカーテン育成スケジュール

実施日	実施内容
2008年5月2日（木）	苗床づくり。
5月7日（木）	苗床づくり。
5月14日（水）	ホース接続完了。通水
5月15日（木）	11時～「苗植え式」約80人が参加
5月16日（金）	アサガオの芽吹きに如雨露で灌水。以後活着まで灌水継続
5月22日（木）	地上・キュウリヘチマにウリハムシが付き始める。
5月23日（金）	瓶（300 mL）に洗剤を溶かした水を入れ、ウリハムシの駆除に乗り出す。
5月31日（土）	5月31日までの給水量は把握していない。（自動給水+如雨露灌水のため）
6月4日（水）	MAP：キュウリ・2本初成り → 収穫
6月15日（日）	6月15日までの半月間：給水量は343L
6月18日（水）	JA：キュウリ・1本初成り → 収穫
6月18日（水）	尿素追肥開始：尿素75cc → 10L / コンテナ → 毎週1回
6月30日（月）	6月30日までの半月間：給水量は587L
7月14日（月）	へちま初収穫
7月15日（火）	7月15日までの半月間：給水量は2,007L
7月19日（土）	ごーや初収穫
7月31日（木）	7月31日までの半月間：給水量は5,882L
8月4日（月）	調水器にはびこった根を除去
8月15日（金）	8月15日までの半月間：給水量は6,344L
8月21日（木）	ごーや最終収穫
8月25日（月）	生ゴミ堆肥約100mL / コンテナ施肥
8月31日（日）	8月31日までの半月間：給水量は3,194L
9月1日（月）	尿素追肥（終了）：合計700mL / コンテナ
9月1日（月）	きゅうり最終収穫
9月1日（月）	調水器にはびこった根を除去（2回目）
9月15日（月）	9月15日までの半月間：給水量は2,766L
9月29日（月）	へちま最終収穫し、今年の収穫を終えた。
9月30日（火）	9月30日までの半月間：給水量は1,416L
10月31日（金）	緑のカーテン撤去 10月：1ヶ月間の給水量は1,254L。合計給水量24,104L

※【収穫量】きゅうり：51kg ごーや：6kg へちま60kg  
合計 117kg（へちまは高所生育のため、未収穫量が多い）  
地上部の収穫量のみ

表2 副専攻「環境システム」における5つの持続可能性指標と4つのカテゴリー<sup>6)</sup>

	1) 資源・容量	2) 世代間公平性	3) 地域間公平性	4) 多 様 性	5) 意志とのつながり
A) 環境	資源循環・ 廃棄物 水・土・空気	温暖化 ヒートアイランド	温暖化 ヒートアイランド	生物多様性	環境配慮 自然との共生
B) 経済	エネルギー 資源生産性 食糧	財政 生態系サービス	食糧 生態系サービス	エネルギー 生態系サービス	食糧生産 省エネルギー グリーン購入
C) 社会	安全 景観	伝統・文化	自然とのつながり	伝統・文化	社会責任投資
D) 個人	心身の健康	生活格差 ゆとり 体感温度 異世代交流	生活格差 ゆとり	市民参加 体感温度	生活満足 学力・教育 心身の健康 市民参加

