

中間山地の営農型太陽光発電、ソーラーシェーディング はじめに

東日本大震災を契機に農地に太陽光発電をする営農型太陽光発電が順調に普及する事が期待されたが、いわゆる農地において太陽光発電と農作物を並行する。ソーラーシェアリングでは、実際の収支や経営面での課題があることがわかった。本稿の第一部でそのソーラーシェアリングの実情を考察する。第二部ではソーラーシェアリングの改良型とされるソーラーシェーディングの説明をする。三部ではソーラーシェーディングとそれに関係する法律を、さらに四部ではソーラーシェーディングに適用する作物の一つであるミントの栽培とその実証実験の計画を述べる。そして最後の五部で野菜工場的一种であるソーラーシェーディングの未来像を簡単に触れる。

第一部 ソーラーシェアリングの実情

ソーラーシェアリングとは、太陽光を農業と発電でシェアすることである。それぞれの作物の光合成能力には限度があるから、その限界点を越える太陽光は必要ないという理論で成立している。

また、そこには発電事業で収益があるから、多少単収が落ちても仕方がないという考えもある。しかし供給過剰の日本市場においては、太陽光を十分に浴びた作物でも廃棄されている現状がある。特に中間山地の農業は、もともと小規模で生産効率が悪いので、日当たりの悪さが作柄に影響したような作物が売れる可能性は低い。単収が80を割らないことが営農継続の条件であるから、作柄は営農継続すら危うくさせる。消極的な遮光をするソーラーシェアリングは作物の成長に役立つことはない。

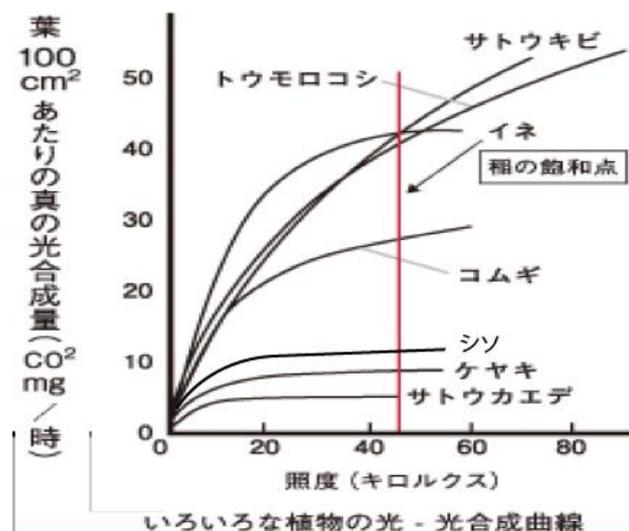


図 1, しそ科のミントを含む 作物の光合成曲線
出典 日本光合成学会の飼料をもとに作成

第二部 ソーラーシェーディングの説明

ソーラーシェアリングの部分遮光に対してソーラーシェーディングは図2に示すように、パネルとパネルの隙間を開けるので、従来の野立てソーラーの約2倍の土地を必要とし、架台も約2倍の資材を使う事になるので、事業者にとって経済的な負担となる。また太陽光がパネルの隙間を通して入る関係上、作物の成長に影響が出る可能性を含む。それに対してソーラーシェーディングは農業施設の屋根にソーラーパネルを敷設して、直射日光を嫌う作物を栽培するので、パネルが作物の成長を促すことになる。

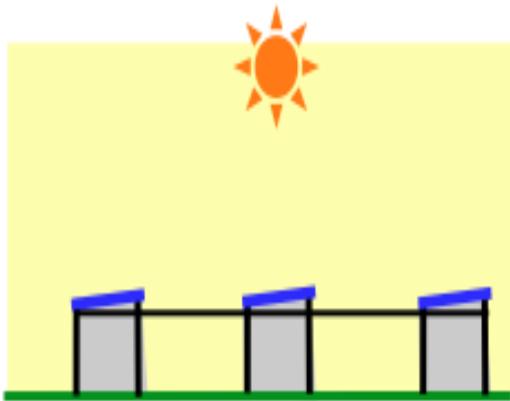


図 2A

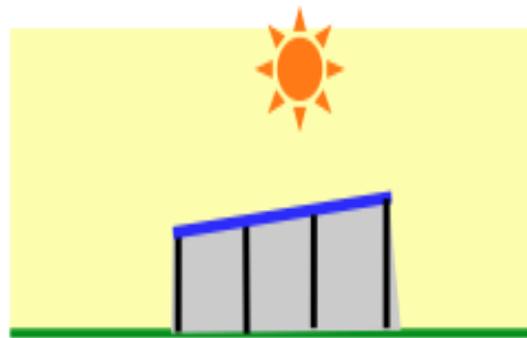


図 2B

ソーラー社リングとソーラーシェーディングの影

表 1 ソーラーシェアリングとソーラーシェーディングの違い

	ソーラーシェアリング	ソーラーシェーディング
スペース	野立ての2倍	野立てと同じ
作物	トウモロコシやサトウキビの様な飽和点が高くない物	ハーブ・菌類・ミョウガなど飽和点が高い物
施設	屋外に余り変わらない	野菜工場に近い
行政の対応	営農型太陽光発電	農業施設

第三部 ソーラーシェーディングに関連する法規と法令

農水省は農業の大規模化とオランダをモデルとした野菜工場化の両方を推し進めようとしている。これまで温室は全て建物と見なされていたから、農地に温室を建てるには農地転用が必要だった。従って農業振興地域に指定されている農地では転用許可が得られず、野菜工場は建てられなかった。しかし東日本大災害以降、農水省は温室をビニールハウスと見なして、農地転用せずに農業施設が建てられる後押しをすることになった。

図3 出典、農水省2014年発表WEB

農業用施設用地の大規模野菜生産施設等 建築による農地転用基準の見直し

2014年

農林水産省

農地転用許可基準について		
農業用施設については、周辺農地への日影や排水の影響や、効率的な農地利用への支障等がなければ転用許可は可能。		
基準	一般施設	農業用施設
優良農地 (集团的農地、公共事業実施農地等)	×	○ (周辺農地の営農への影響等がないことが条件)
優良農地の周辺農地 (小規模の生産性の低い農地等)	△ (周辺農地の営農への影響等がないことが条件)	○ (同上)
市街地に介在する農地	○ (同上)	○ (同上)

○：許可可能
△：市街地に介在する農地に立地できない場合に限り許可可能
×：許可不可

農業用施設： 畜舎、温室、農産物の生産・集荷・調整・貯蔵・出荷に供する施設、堆肥舎、種苗貯蔵施設、農機具収納倉庫、農畜産物を原材料として使用する製造・加工施設、農作業準備休養施設、土地改良施設 等

大規模野菜生産施設等の農地法上の取扱いについて

植物工場等の大規模農業用施設用地(全面コンクリート貼りの土地)を「農地扱い」とした場合の問題点

1. 上記施設の建設により、周辺の農地の営農に日影や排水の問題が生じたり、作業効率が落ちるなどの影響が出るおそれがあっても規制できない。
2. これまで農地転用し、又は農地以外に設置した上記施設の用地についても、今後は「農地」となり、その売買、貸借に、農地法の規制がかかることとなり(規制強化)、大きな混乱をまねくことになる。

出典:農水省『農業用施設用地の大規模野菜生産施設等建築による農地転用準の見直し』

第四部 ソーラーシェーディングによるハーブ類栽培の可能性

近年人気を増すようになった地中海を原産とするハーブに対して、日本にはあまり先行論文は海外に頼る事となった。

1、海外文献

図4、ハーブ類と成長と光の効果 出典

GROWTH AND SECONDARY METABOLITES OF BASIL, MINT AND THYME AS AFFI

Plants of Japanese mint (*Mentha arvensis* L. subsp. *haplocalyx* Briquet var. *piperascens* Holmes) were grown under 100, 64, 49 and 28% conditions of prevailing radiation for 10 weeks, with harvests at 4, 6.8 and 10 weeks. Measurements were made on plant growth, yields of essential oil and chemical composition of oil. The greatest morphological responses to increased shading intensity were increases in stem length and leaf area. Little response to shading was shown by mean relative growth rate (RGR) or mean net assimilation rate (NAR) while that of mean leaf area ratio (LAR) was marked. No significant differences in oil yield were found among different treatments at the final harvest nor were there great differences in amounts of menthol and menthone, two important constituents of Japanese mint oil. The experiments indicate that, within the experimental limits imposed, Japanese mint tends to compensate in growth and oil production for shading effects 33.



Mentha Piperita

翻訳文

10週間の間で日本ミントに100、64、49、24の割合で光を照射し、植物の成長と精油と化学組成の変化をそれぞれ4週目6週目、8週目と10週目の収穫時に測定した。遮光度を強める(だんだん暗くして行くと)と茎が長くなったり葉の面積が大きくなったりする形態学的な反応がとても大きく表れた。しかし相対成長率(RAR)純同化率(NAR)葉面比(LAR)には違いがほとんど現れなかった。最後の収穫でも、日本ミントの重要な成分であるメンソールとメントンの量やオイルの生産性には大きな違いはなかったため、この実験の限りでは、日当たりが悪くても、日本ミントはその成長やオイル生産になんらの影響を受けない傾向がある事が判った。

2、山梨県北杜市長坂大八田における 2017 年春の実験

5 図の論文を参考として 2-017 年春にソーラーハネルの下の日陰とソーラーパネルの害のひなたにおいて、ペパーミントの生育を記録した。その結果は後に示すように Hahram Firozahas 氏の論説を上回る日陰と日向における生育の違いを記録できた。

パネルの下のミントは草丈に伸長があり、葉の表面積が広がった分、厚みは幾分薄くなっていたが、パネル下のミントの草丈はパネル外のものとは比べかな

図 5 ミントの成長パネル下とパネル外

パネル下



パネル外



大八田ミント栽培記録

日付	温度	照度	天候	(パネル下) 成長	(パネル外) 成長
6月28日	20°C	1500lx	くもり		
6月29日	21°C	1600lx	くもり		
6月30日	26°C	1500lx	くもり	36cm	24.1cm
7月1日	27°C	2300lx	晴れ		
7月2日	24°C	2100lx	晴れ		
7月3日	25°C	2250lx	晴れ	37.2cm	24.5cm
7月4日	23°C	1550lx	くもり		
7月5日	22°C	2000lx	晴れ		
7月6日	30°C	2200lx	晴れ	38cm	25cm
7月7日	33°C	2150lx	晴れ		
7月8日	24°C	1600lx	くもり		
7月9日	23°C	150lx	雨	39.1cm	25.6cm
7月10日	29°C	2200lx	晴れ		
7月11日	30°C	2300lx	晴れ		
7月12日	25°C	1800lx	晴れ	42.1cm	26.9cm
7月13日	22°C	100lx	雨		
7月14日	30°C	1600lx	くもり		
7月15日	30°C	2200lx	晴れ	43.4cm	27.8cm
7月16日	26°C	1700lx	くもり		
7月17日	27°C	1500lx	くもり		
7月18日	33°C	2350lx	晴れ	45.2cm	28.7cm
7月19日	32°C	2200lx	晴れ		
7月20日	31°C	2100lx	晴れ		
7月21日	29°C	1600lx	くもり	47.1cm	30cm
7月22日	26°C	1550lx	くもり		
7月23日	29°C	2250lx	晴れ		
7月24日	30°C	2300lx	晴れ	49.2cm	31.1cm
7月25日	31°C	2300lx	晴れ		
7月26日	22°C	250lx	雨		
7月27日	29°C	2200lx	晴れ	51cm	31.8cm
7月28日	30°C	1800lx	くもり		
7月29日	33°C	1850lx	くもり		
7月30日	32°C	2400lx	晴れ	52.6cm	32.6cm
7月31日	35°C	2400lx	晴れ		
8月1日	30°C	200lx	雨		
8月2日	29°C	1700lx	くもり	53.9cm	33.8cm
8月3日	24°C	1600lx	くもり		
8月4日	24°C	500lx	雨		
8月5日	31°C	2300lx	晴れ	55.2cm	35cm
8月6日	32°C	2300lx	晴れ		
8月7日	33°C	2400lx	晴れ		
8月8日	33°C	2300lx	晴れ	56.4cm	35.9cm
8月9日	35°C	2400lx	晴れ		
8月10日	32°C	2200lx	晴れ		
8月11日	31°C	2100lx	晴れ	57.8cm	37.1cm
8月12日	29°C	2200lx	晴れ		
8月13日	30°C	2300lx	晴れ		
8月14日	26°C	1700lx	くもり	59.3cm	37.9cm
8月15日	26°C	1600lx	くもり		
8月16日	30°C	2200lx	晴れ		
8月17日	34°C	2300lx	晴れ	60.5cm	38.9cm
8月18日	32°C	2200lx	晴れ		
8月19日	30°C	2100lx	晴れ		
8月20日	25°C	1500lx	くもり	61.7cm	40.1cm
8月21日	32°C	2200lx	晴れ		
8月22日	24°C	800lx	雨		
8月23日	27°C	700lx	雨	62.8cm	40.8cm
8月24日	30°C	2100lx	晴れ		
8月25日	31°C	2200lx	晴れ		
8月26日	33°C	2200lx	晴れ	64cm	41.4cm
8月27日	26°C	1500lx	くもり		
8月28日	27°C	1600lx	くもり		
8月29日	26°C	1600lx	くもり	64.9cm	42cm
8月30日	23°C	600lx	雨		
8月31日	25°C	2100lx	晴れ		

表2 大八田における 2017 年春ペパーミント成長記録

図7 乾燥ミントの計量



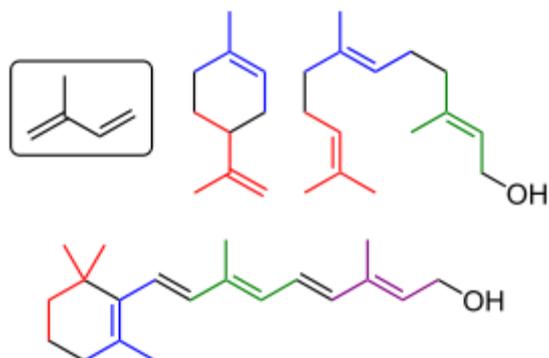
パネル下が2グラム教 パネル外が2グラム

4月半ばから6月の梅雨入り前の室内の同じ条件で乾燥させた物は日陰で育ったものの方が若干重いことから、精油の搾出量も微妙に多いかもしれない。

香りの違い

香りの違いは微妙にあり。パネル下のミントの香りが少しまろやかな感じがした。日陰の物は香りがまろやかで、日向の物は若干ハッカ臭が強いようだ。この違いはテルペンやテルペノイドの比率だと推測されるがよくわからない。

図8 テルペン基



3、秋の実験

2017年10月15日に北杜市須玉神戸のビニールハウスに播種

図8 ソーラーパネルを載せたビニールハウス



	10月	11月	12月	1月
屋内	播種	発芽	→	
屋外	播種		発芽なし	

表3 2017年秋の播種

寒冷地に露地植えした失敗

図8 2017秋ビニールハウス内での栽培状況



一方、2017年9月16日に山梨県北杜市須玉神戸にて100つつビニールハウス内に播種。11月にほぼ全部が発芽する。以上の実験から寒冷な中山間地ではビニールハウス内で種から生育させることが有効と思えるが、一定の成長を待って地植えするか、そのままビニールハウスで根づけるかは1月からのデータに期待する。また窒素リン酸カリを使った実験と使わない実験を試みた。有機農法の是非をも研究したい。

図9 化学肥料を使わない苗



図10 化学肥料を使った苗



↑ 化学肥料を使用している苗
(チッ素肥料(N)リン酸肥料(P)カリ肥料(K)が混合された化学肥料)

4. 今後の実験 2018年 1月1日から

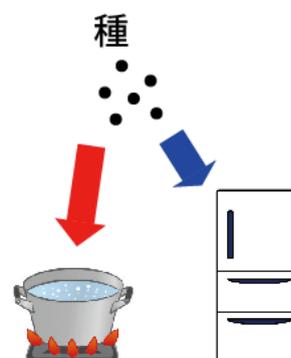
10月の播種の時には、種をそのまま撒いたが、1月からの実験では播種まえに種を刺激することの有効性と、元来当たり前に行われている一か所の種に2, 3粒入れる方法と一粒だけを入れる方法を並行させる。また、種に刺激を与えると発芽状況が良くなることを春に学んだので、2018年は刺激を与える種と、与えない種に分けて播種してみる。刺激は播種まえ 約2℃の冷蔵庫に48時間入れた種と一日前に約50度の湯に10分浸す。

実験地は10月の実験の反省から同じ農場内で実施

	温度	粒数		
A列	加熱	1		
B列	加熱	3		
C列	常温	1		
D列	常温	3		
E列	冷却	1		
F列	冷却	3		

表4 種の撒き方

図9 種の撒き方



五部 ソーラーシェーディングが有する様々な可能性

ソーラーシェーディングは営農型太陽光発電を野菜工場で実施する初歩であると理解していただいで良い。施設の中に灌水装置、や液肥供給装置、自動刈り取装置、カメラとセンサーを取り付け、IOT化すれば一か所で多くのソーラーシェーディング施設を管理できる。農場が点在していても管理できるから、アメリカの大農場の効率にも比肩出来るようになるかもしれない。



図10

色つきビニールで光の波長を変えるたりメッシュ素材で通気を図る。



図11 貯水や灌水自動化

図12 農地を遠隔一元管理



まとめ

耕作放棄地対策はかれこれ 30 年に渡って続けられている。しかし依然として耕作放棄地は増え続けている。特に中山間地にその傾向が強く見られる。原因は小規模故の不経済性にある。供給過多の日本市場においての生き残りは生存に必要な食物エネルギーと生活に欠かせない生活エネルギーである電気とのハイブリッドにある。