

高知県のハウスに対応した 暖房燃料消費試算ツールの開発(情報)

農業技術センター

[背景・ねらい]

当センターが2002年に開発した暖房燃料消費試算ツール(以下、GMSS)では、ハウスタイプ、床面積、アメダス地点の気象データ、暖房機の設定温度に基づく暖房燃料消費量の試算が可能である。しかし近年、燃料費の高騰対策および二酸化炭素排出量削減のため、ハウスの被覆資材や地域の微気象など、より細かなパラメータを用いた燃料消費量の試算が求められている。

農研機構西日本農業研究センターが開発した温室の暖房燃料消費試算ツール(以下、農研機構試算ツール)は、ハウス形状情報、ハウス被覆資材、1kmメッシュ単位の気象データ、暖房機の設定温度に基づく暖房燃料消費量の試算が可能である。しかし、実際の燃料使用量との比較検証は東北地方の温室でしか行われていない。

そこで、農研機構試算ツールを高知県向けに調整するとともに、本県の温室での実際の燃料使用量との比較検証を行う。

[技術の内容・特徴]

内容

農研機構試算ツールの仕様を以下および表1に示す。

1. 入力データ：ハウス形状情報(間口、軒高、棟高、奥行、棟数)、被覆資材、気象データ取得地点(緯度、経度)、試算期間、暖房設定温度。被覆資材は表2のとおり。なお、高知県の温室での試算に対応するため、設定温度20℃以上の試算を可能とし、試算対象の被覆資材を追加した。
2. 出力データ：暖房デグリアワー(°Ch)、灯油使用量(L/m²)。デグリアワーとはハウス内外の気温差の積算値であり、暖房必要熱量にほぼ比例する。デグリアワーの算出には農研機構メッシュ気象データ(1kmメッシュ)の日最高気温平年値、日最低気温平年値を使用している。

特徴

1. 農研機構試算ツールはGMSSと比較し、詳細なパラメータを指定しての試算が可能である(表1)。
2. キュウリほ場(夜温12℃~14.5℃)において、平年値との気温差が小さい場合には実測値に近い試算結果が得られた(図1、図2)。
3. ナスほ場(夜温13℃~18℃)においても同様に、平年値との気温差が小さい場合には実測値に近い試算結果が得られた(図3、図4)。

[留意点]

1. 本ツールはPC上で動作するPythonプログラムであり、エクセルで作成した入力ファイル(.xlsx)のパスをPythonプログラム上に記載して実行を行う。検証を行った実行環境は表3のとおり。なお、今後は入力データを直接フォームに入力して実行を行うWeb画面の開発を予定している。

2. キュウリほ場(当センター、図1、図2)での試験は以下の条件で実施した。
 - 1)暖房機：重油暖房機1台
 - 2)供試ハウス形状：面積150㎡、間口7.5m、奥行き20m、軒高3m、棟高4.9m、1棟
 - 3)被覆資材：1重2層(アルミ蒸着+LS同等品(シルバ1:透明1))
 - 4)管理温度：日中は26～28℃を目標に換気。夜間は日の入30分前～12℃、日の出2時間前～15℃、日の出～17℃、日の出1時間後～20℃を下回らないように設定。暖房燃料消費量試算ツールへの入力値は日没から日の出までの平均温度とした。
3. ナスほ場(安芸市、図3、図4)での試験は以下の条件で実施した。
 - 1)暖房機：重油暖房機1台
 - 2)供試ハウス形状：面積1,900㎡、間口5.4m、奥行き60m、軒高1.9m、棟高3.7m、6連棟
 - 3)被覆資材：1重2層(農ポリ)
 - 4)管理温度：暖房燃料消費量試算ツールへの入力値はSAWACHIから取得した、日没から日の出までの平均温度(13℃～18℃)とした。
4. 試算期間に最低気温が平年より9℃以上高い日が含まれる場合には実測値との差が大きくなる傾向であった(当センター：図2、表4、安芸市：図4、表5)。
5. 安芸市ナスの試算結果において、実測値が顕著に少なく、試算値との差が大きかった期間が認められたが、外気温と暖房機の設定温度との差が小さく、暖房機の稼働時間が少なかったことが原因として考えられた(図5)。

[評価]

ハウス管理温度や被覆資材を変更した場合の暖房燃料消費量の試算が可能であり、燃料消費量および二酸化炭素排出量の削減のための新たな技術開発に活用できる。

[具体的データ]

表1 農研機構試算ツールの仕様

入出力項目		GMSS	農研機構試算ツール
入力	ハウス形状	間口 軒高 棟高 奥行 棟数 ハウスタイプをリストから選択 (手動で任意のデータを追加可能)	数値入力
	ハウス面積	床面積 表面積 ハウスタイプと床面積から自動算出	ハウス形状から自動算出
	被覆資材	被覆資材 なし	リストから選択
	試算設定	気象データ 取得地点 高知県内のアメダス地点をリストから 選択(手動で任意のデータを追加可能)	緯度・経度を入力 (農研機構メッシュ気象データ)
		試算期間 10月から翌年4月まで1か月ごと	開始日と終了日を入力 (日単位での試算が可能)
		設定温度 重油単価	数値入力 数値入力 なし
	出力	燃料	燃料消費量 ほ場あたりおよび10aあたりの 重油使用量(L)
		燃料費 ほ場あたりおよび10aあたりの 燃料費(円)	なし

表2 農研機構試算ツールの被覆資材一覧

ID	保温方法		被覆資材				
	外張り	内張り	外張り	内張り			
				1層	2層	3層	
1	1重	-	ガラス、硬質板	-	-	-	
2	1重	-	農ビ、農PO、硬質フィルム	-	-	-	
3	1重	-	農ポリ	-	-	-	
.....							
4	1重	1層	-	不織布	-	-	
5	1重	1層	-	農ポリ(ポリエチレンフィルム)	-	-	
6	1重	1層	-	農酢ビ(酢酸ビニルフィルム)	-	-	
7	1重	1層	-	農PO(ポリオレフィン系フィルム)	-	-	
8	1重	1層	-	農ビ(塩化ビニルフィルム)	-	-	
9	1重	1層	-	中空構造フィルム	-	-	
10	1重	1層	-	LS同等品(シルバ1:透明1)	-	-	
11	1重	1層	-	LS同等品(全面シルバ)	-	-	
12	1重	1層	-	布団資材(5mm厚)	-	-	
.....							
13	1重	2層	-	農ポリ	不織布	-	
14	1重	2層	-	農ポリ	農ポリ	-	
15	1重	2層	-	農ビ(農PO)	不織布	-	
16	1重	2層	-	LS同等品(シルバ1:透明1)	不織布	-	
17	1重	2層	-	農ビ(農PO)	農ポリ	-	
18	1重	2層	-	農ビ(農PO)	農ビ(農PO)	-	
19	1重	2層	-	LS同等品(全面シルバ)	不織布	-	
20	1重	2層	-	中空構造フィルム	中空構造フィルム	-	
21	1重	2層	-	LS同等品(シルバ1:透明1)	農ビ(農PO)	-	
22	1重	2層	-	LS同等品(シルバ1:透明1)	中空構造フィルム	-	
23	1重	2層	-	アルミ蒸着	不織布	-	
24	1重	2層	-	アルミ混入中空構造フィルム	農PO	-	
25	1重	2層	-	LS同等品(全面シルバ)	中空構造フィルム	-	
26	1重	2層	-	アルミ蒸着	透明フィルム	-	
27	1重	2層	-	アルミ蒸着	LS同等品(シルバ1:透明1)	-	
28	1重	2層	-	農PO	布団資材(5mm)	-	
.....							
29	1重	3層	-	寒冷紗(または割布)	寒冷紗(または割布)	不織布	
30	1重	3層	-	LS同等品(シルバ1:透明1)	不織布	寒冷紗	
31	1重	3層	-	LS同等品(シルバ1:透明1)	不織布	不織布	
32	1重	3層	-	農ビ(農PO)	農PO	不織布	
33	1重	3層	-	農ビ	農PO	農PO	
34	1重	3層	-	LS同等品(シルバ1:透明1)	LS同等品(シルバ1:透明1)	通気性資材	
35	1重	3層	-	中空構造フィルム	透明フィルム	透明フィルム	
36	1重	3層	-	中空構造フィルム	中空構造フィルム	透明フィルム	
37	1重	3層	-	LS同等品(シルバ1:透明1)	透明フィルム	透明フィルム	
38	1重	3層	-	LS同等品(シルバ1:透明1)	LS同等品(シルバ1:透明1)	LS同等品(シルバ1:透明1)	
39	1重	3層	-	LS同等品(シルバ1:透明1)	中空構造フィルム	農ビ農PO	
40	1重	3層	-	LS同等品(シルバ1:透明1)	LS同等品(シルバ1:透明1)	中空構造フィルム	
.....							
41	固定2重 空気膜2重		カーテンなし	-	-	-	
.....							
42	2重		農ビ、農PO	-	-	-	
43	2重		中空構造フィルム	-	-	-	

注) 内張りがある場合には外張りの種類による熱貫流係数の変動が小さいため、外張りの資材名は入力を行わない。

表3 農研機構試算ツールの実行環境

OS	CPU	RAM	Python
Windows10 Pro 22H2	Intel® Core™ i5-10500 3.10GHz	32GB	Python 3.11.3 (Visual Studio Code 1.92.1上で実行)

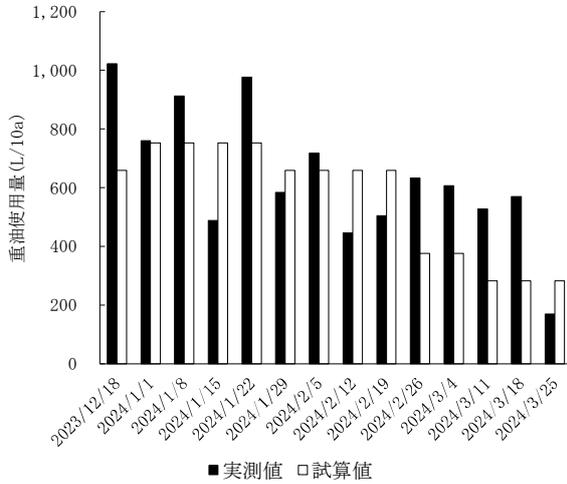


図1 重油使用量試算値と実測値の比較(2023)

- 注1) 調査場所(作物名): 当センター(キュウリ)
 2) 調査期間: 2023年12月18日~2024年3月31日
 3) 2023年12月25日~12月31日は実測値が一部欠損しているため除外した。
 4) 重油使用量は週積算値を示す。
 5) 夜温の週平均値は12℃~14.5℃。

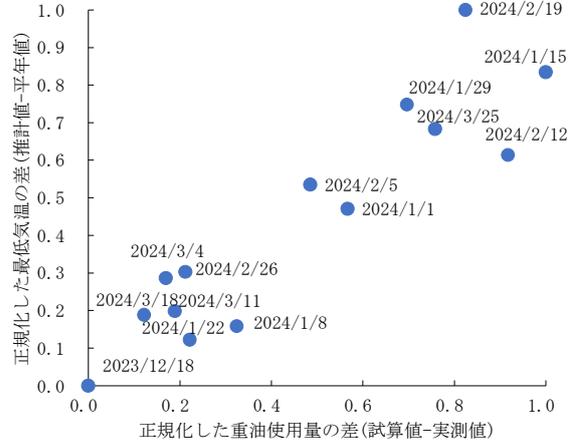


図2 重油使用量試算値と実測値の差および最低気温の推計値と平年値の差(2023)

- 注1) 調査場所(作物名)、調査期間は図1と同じ。
 2) 最低気温推計値および最低気温平年値は農研機構メッシュ気象データ(The Agro-Meteorological Grid Square Data, NARO)から取得した値を用いた。
 3) 重油使用量は週積算値の差、最低気温は週平均値の差を用いた。
 4) 正規化はデータの最小値が0、最大値が1となるように変換を行った。

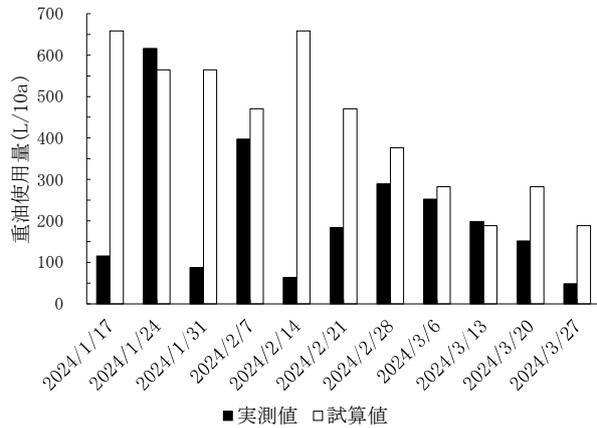


図3 重油使用量試算値と実測値の比較(2023)

- 注1) 調査場所(作物名): 安芸市(ナス)
 2) 調査期間: 2024年1月17日~2024年4月2日
 3) 重油使用量は週積算値を示す。
 4) 夜温の週平均値は13℃~18℃。

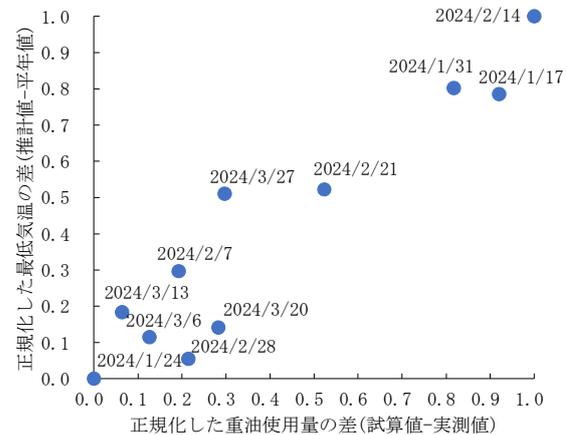


図4 重油使用量試算値と実測値の差および最低気温の推計値と平年値の差(2023)

- 注1) 調査場所(作物名)、調査期間は図3と同じ。
 2) 最低気温推計値および最低気温平年値は農研機構メッシュ気象データ(The Agro-Meteorological Grid Square Data, NARO)から取得した値を用いた。
 3) 重油使用量は週積算値の差、最低気温は週平均値の差を用いた。
 4) 正規化はデータの最小値が0、最大値が1となるように変換を行った。

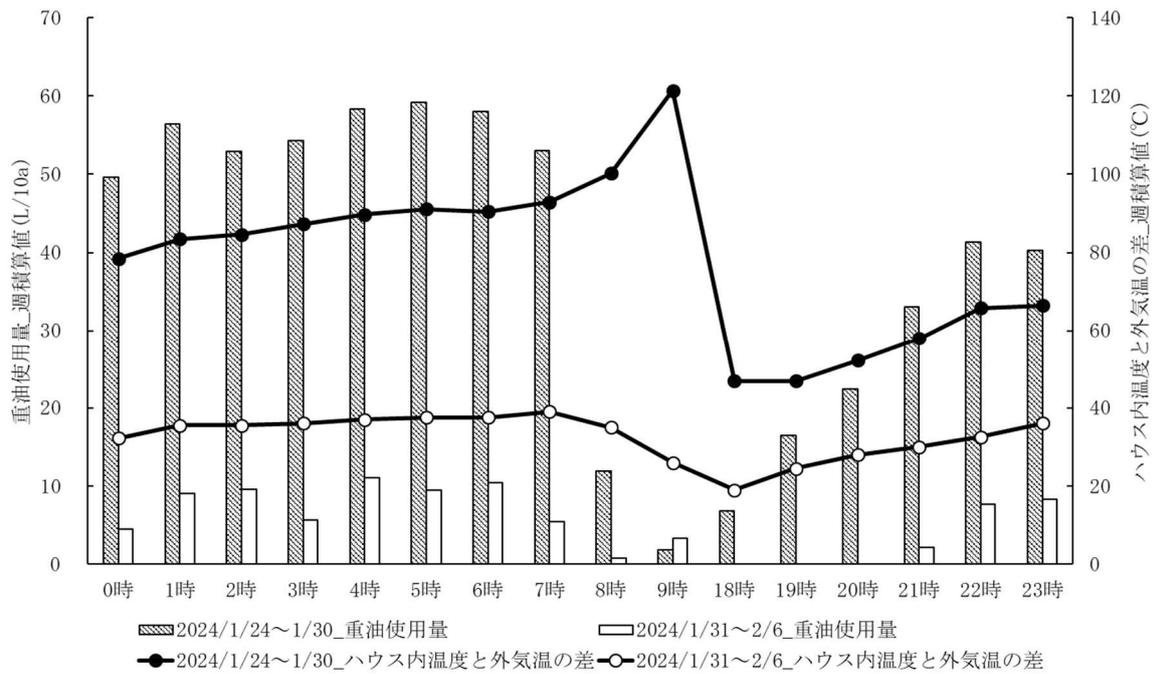


図5 時間ごとのハウス内温度と外気温の差および重油使用量の週積算値(2023)

- 注1) 調査場所(作物名)、調査期間は図3と同じ。
 2) 外気温は(一財)気象業務支援センター配信の推計気象分布を用いた。
 3) ハウス内温度はSAWACHIから取得した。
 4) 10時から17時については暖房機が稼働していないため除外した。
 5) 重油使用量およびハウス内温度と外気温の差は週積算値を示す。

表4 南国市後免の最低気温の推計値と平年値(2023)

日付	最低気温の差(°C) (推計値-平年値)	最低気温_推計値(°C) (南国市後免)	最低気温_平年値(°C) (南国市後免)
2024/1/15	1.88	2.98	1.10
2024/1/16	0.71	1.81	1.10
2024/1/17	-2.88	-1.78	1.10
2024/1/18	5.20	6.30	1.10
2024/1/19	10.82	11.92	1.10
2024/1/20	9.39	10.49	1.10
2024/1/21	8.89	9.89	1.00
2024/2/12	1.05	2.85	1.80
2024/2/13	-1.28	0.62	1.90
2024/2/14	3.30	5.30	2.00
2024/2/15	9.55	11.75	2.20
2024/2/16	4.15	6.45	2.30
2024/2/17	-0.92	1.58	2.50
2024/2/18	3.96	6.56	2.60

注) 最低気温推計値および最低気温平年値は農研機構メッシュ気象データ
 (The Agro-Meteorological Grid Square Data, NARO)から取得した値を用いた。

表5 安芸市土居の最低気温の推計値と平年値(2023)

日付	最低気温の差(°C) (推計値-平年値)	最低気温_推計値(°C) (安芸市土居)	最低気温_平年値(°C) (安芸市土居)
2024/1/17	0.21	2.41	2.20
2024/1/18	6.72	8.92	2.20
2024/1/19	9.06	11.16	2.10
2024/1/20	8.85	10.95	2.10
2024/1/21	7.06	9.16	2.10
2024/1/22	4.16	6.16	2.00
2024/1/23	-2.11	-0.21	1.90

注) 最低気温推計値および最低気温平年値は農研機構メッシュ気象データ
(The Agro-Meteorological Grid Square Data, NARO)から取得した値を用いた。

[その他]

研究課題名：温室の暖房燃料消費試算ツールの開発

研究期間：令和4～5年度

予算区分：県単・国補(内閣府地方大学・地域産業創生交付金事業)

研究担当：農業情報研究室

分類：情報