

# 気候変動による野菜の単収の変動と畑地かんがいの効果の予測 Prediction of Vegetable's Yield in Climate Change and Effect of Irrigation

白山 幸一  
SHIRAYAMA Kouichi

## 1. はじめに

農林水産業は気候変動の影響を最も受けやすい産業であり、農林水産省では平成27年に「農林水産省気候変動適応計画」を、また令和3年には「みどりの食料システム戦略」を策定し、気候変動に適応する生産安定技術・品種の開発・普及等を推進することとしている。

本報告では露地野菜の産地を事例として、気候変動が農作物の単収へ及ぼす影響および適応策の効果についてシミュレーションを行うものである。過去の気象データと単収実績から単収の回帰式を統計的に導き出すとともに、地球温暖化が気候変動に与える影響を推計できるデータセットであるd4PDFを利用し、気候変動後の気象の将来実験値を回帰式に入力して単収を予測する。また、単収が減少すると予測された場合、気候変動への適応策である栽培時期の調整や畑地かんがいが単収の回復に発揮する効果について定量的に予測することを目的とする。

## 2. 気象データによる露地野菜の単収予測

北海道K市のタマネギを対象とし、アメダスの気象データと農林水産省の「野菜生産出荷統計」単収の関係を分析する。

タマネギは地上部の葉が光合成により獲得した炭水化物を可食部である地中部のりん茎に貯めることで成長する。このため、単収は光合成量の蓄積に比例すると考えられる。光合成量自体は最適な気温を中心に山形の曲線となるが、気温が最適温度を超えると光合成量は減少に向かう。なお、気温が上昇するにつれて呼吸量は上昇し、生成された炭水化物は呼吸のエネルギーに費やされるため、玉太りは抑制される。また、光合成には水分が必要であり、水分が不足すると光合成量は抑制される。以上のような気温と水分の関係を踏まえ、K市におけるタマネギの栽培期間の日

毎気候データ等の累積値と単収の1979年から2004年の26年間の実績について、重回帰分析により相関が最も高くなる組み合わせを探った結果、

表-1 重回帰分析の結果  
Table 1 Multiple regression analysis

重回帰統計	
重相関 R	0.843571113
重決定 R <sup>2</sup>	0.711612223
補正 R <sup>2</sup>	0.672286617
標準誤差	3.444037763
観測数	26

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	3	643.9098089	214.636603	18.0953912	0.000003807
残差	22	260.9507146	11.86139612		
合計	25	904.8605234			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	66.94604674	4.854805024	13.78964684	2.63618E-12	56.87779735	77.01429613	56.877797	77.014296
低温ストレス_年積算	-0.07353699	0.029491648	-2.49348532	0.020658842	-0.13469892	-0.01237506	-0.134699	-0.012375
高温ストレス_年積算	-0.0400501	0.00853447	-4.69274623	0.000111144	-0.05774951	-0.02235069	-0.05775	-0.022351
TRAM収支_年積算	0.00586339	0.00105524	5.556451765	0.000013851	0.003674956	0.008051823	0.003675	0.0080518

単収予測式を以下のように設定した。

$$\text{単収 (t/ha)} = 0.0058634 \times \text{TRAM水収支累計(mm)} - 0.04005 \times \text{気温12℃超過差分累計(℃)} - 0.073537 \times \text{気温12℃以下差分累計(℃)} + 66.946047$$

(ただし5/16～8/15までの値を用いる)

### 3. d4PDFの将来実験値による単収のシミュレーション

単収予測式をもとに温暖化ガス排出シナリオの2℃上昇時、4℃上昇時の気候データを用いて単収を予測したところ、2℃上昇では大きな影響は生じないが、4℃上昇では単収が3割減になると予測された。減収の主な要因は高温の影響であった。

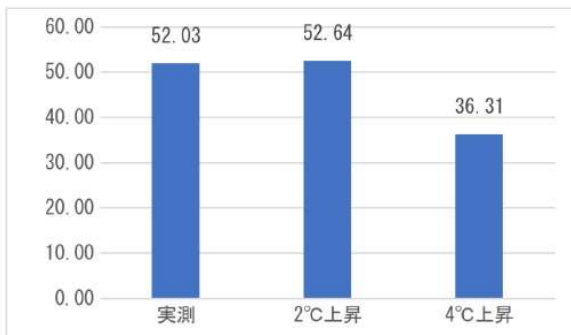


図-1 平均単収(実測値)と単収予測値(t/ha, バイアス補正後)  
Fig. 1 Prediction of Yield(t/ha)

表-2 変数の変動

Table 2 Change of Variables

	TRAM収支(mm)	高温ストレス(℃)	低温ストレス(℃)
過去実験	549.00	603.79	33.04
2℃上昇	527.68	595.92	28.68
4℃上昇	494.40	977.48	4.09

### 4. 適応策の効果の予測

(1) 栽培時期の前倒し 4℃上昇時の高温の影響を回避するため、試みに現在の栽培時期から1か月前倒しした単収を予測したところ、ほぼ現況の値まで回復することが分かった。ただし前倒しに伴い降雪のリスクが増加することが判明している。

(2) 畑地かんがいの効果 隣接地区で既に実施されている国営畑地かんがい事業のかんがい計画を導入したケースを想定し、用水補給による単収の回復効果を検証した。間断日数および1回当たりのかんがい水量等を用い、有効雨量に機械的にかんがい水量を加え単収を予測したところ、実測値の9割まで回復する効果があることが分かった。4℃上昇時の単収減の主な要因は高温ストレスの増加と見ていたが、4℃上昇の高温ストレスに対して、それをリカバーできるポテンシャルが元々作物に備わっており、用水補給の効果によりそのポテンシャルが発揮されたものと考えられる。

5. まとめ 単収減の主要因は高温ストレスではあったが、畑地かんがいの水分補給の効果により単収をかなり回復できる可能性が高く、その効果を定量的に示すことができた。

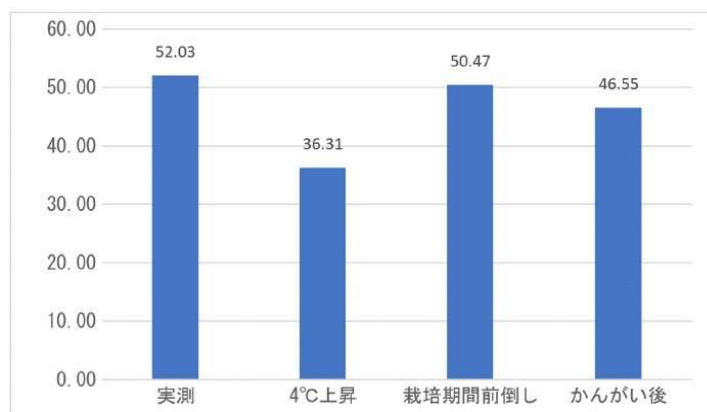


図-2 かんがい後の単収予測(t/ha)  
Fig. 2 Prediction of Yield by Irrigation (t/ha)