

地球温暖化による施設野菜栽培への影響

温暖化の進行により 気温が上昇した場合の利点と問題点

国立研究開発法人 農研機構
野菜花き研究部門 施設生産システム研究領域
施設野菜花き生育制御グループ 上級研究員

菅野圭一

周年栽培を行う(トマトやパプリカなど)施設園芸では、外部環境が変化しても環境制御によって温室内の環境を好適に維持し、作物を栽培することができる。そのため、施設園芸への気候変動の影響にはメリットとデメリットがあると考えられる(図1)。多くの施設では、冬季に加温を行うため、気候変動による気温の上昇は、暖房エネルギーの削減につながる。また、施設栽培では、二酸化炭素(CO₂)を施用することが多く、冬季には施設内のCO₂濃度を外気よりも高め、夏季には窓を開放し施設内のCO₂濃度を外気中のCO₂濃度と同等に設定する場合もあるため、将来的な大気中のCO₂濃度の上昇により施設内のCO₂濃度を現在よりも高く維持できるようになると予測される。

このようなメリットがある一方で、気候変動により気温が上昇した場合、夏季の高温の期間がこれまで以上に長期になると予想される。トマトやパプリカなどの施設園芸作物を栽培する際には、日平均気温18~26℃の範囲を保つように環境制御を行うことが前提となる。この範囲よりも日平均気温が低い場合には生育が遅くなり、高い場合には収量が減少する。

今号では、トマトの施設栽培を例にとり、温暖化の進行により気温が上昇した場合の影響について解説する。

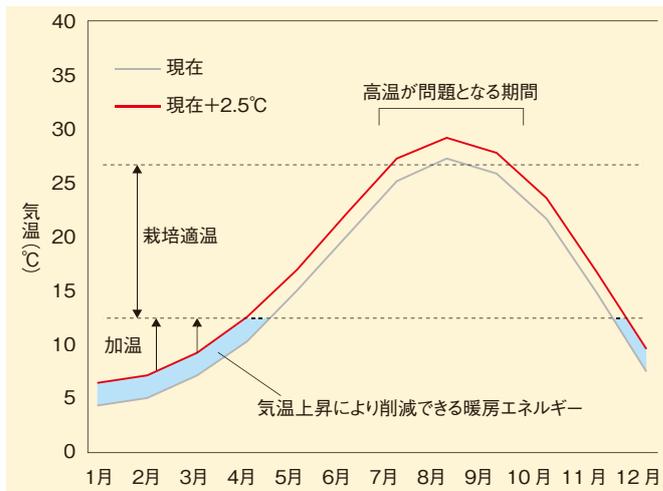


図1 気温上昇時の施設園芸の利点と問題点

施設トマト栽培への気温の影響

施設内の日平均気温を作物が良好に生育できる範囲に調節すれば、施設野菜を生産することは可能であるが、温暖化にともない日平均気温がトマトの生育にとって限界付近の高温となると、主に次のような影響が生じる。

気温の上昇によって果実は小さくなる

温室内の気温が上昇すると、ひとつひとつの果実のサイズは小さくなる。トマトの葉の展葉速度は温度によって決まるため、気温が上がると展葉速度が速くなり、葉数が増える。トマトでは3葉につき1果房が発生するため、果房数も増加して植物体当たりの果実数も増加する(図2)。果実数が増加すると、1果実当たりの光合成同化産物が少なくなり、1果実当たりの重量が低下しやすくなる。また、気温が高いほど果実の発育日数(開花から果実が成熟し収穫するまでの日数)が短くなる(図3)。果実が十分に肥大する前に赤く熟してしまうため、トマトの果実が小さくなりやすくなる。

以上のことから、気温が上がると、植物体当たりの果実数が増え、果実の発育日数が短くなり、その結果、1

果実当たりに使われる光合成同化産物が減ることから果実が小さくなる。

トマトの収量の増減が大きくなる

気温が上がると、葉数や果房数が増えるが、葉面積が

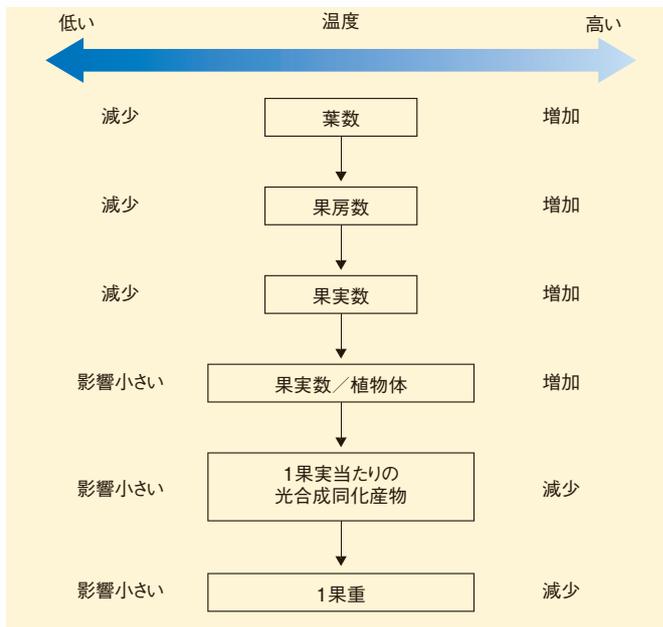


図2 温度がトマトの葉数、果実数におよぼす影響

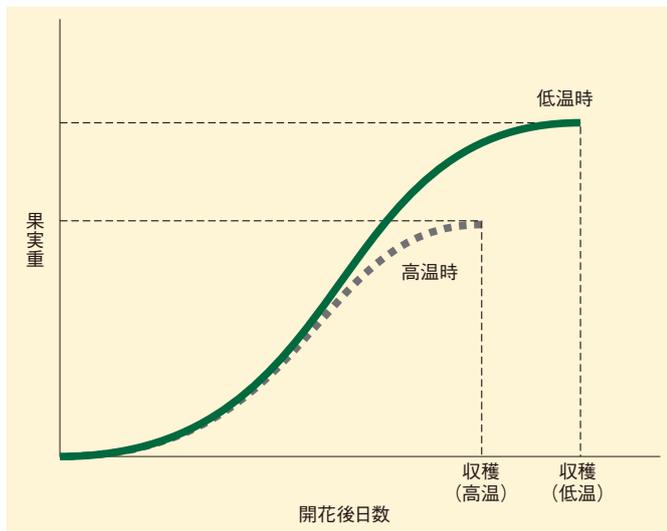


図3 果実生育中の温度の違いにともない、果実の発育日数(開花後日数)と果実重(1果重)との関係(模試図)

ある程度以上になると、葉数が増加しても光合成同化産物の増加には直接結びつかなくなる。そのため、限られた同化産物を数の増えた果実や葉などで分け合う状態となり、植物体が異なる器官の間で同化産物に対する競合が発生する。各器官が同化産物を引き付けようとする力を「シンク強度」といい、シンク強度は器官によって強さが異なる。シンク強度の弱い器官への配分は少なく、シンク強度が強い器官には同化産物が多く配分される。

トマトの場合、同じ植物体上に、花や蕾、肥大中の果実、肥大をほぼ終え成熟中の収穫間近の果実が同時に存在するが、これらのうち、肥大中の果実のシンク強度が強く、花や蕾のシンク強度は弱くなる。したがって、光合成同化産物の厳しい競合が生じた場合には、花や蕾への同化産物の配分が少なくなり、不着果となる可能性が高まる。一方で不着果が増加し、着果数が減少する期間が発生すると、その時期に花や蕾へ配分される同化産物は多くなり、その後の着果数が増える。結果として、着果がない時期とある時期が発生するので、収量の増減が大きくなる。

高温で放射状裂果が増加する

気温の上昇は、果実の大きさや収量に影響するだけでなく、高温によるトマトの放射状裂果が増加し不良果が増えてしまう。これには主に2つの要因が関係している。ひとつは夏季の強日射により外皮が固くなり伸縮性が低

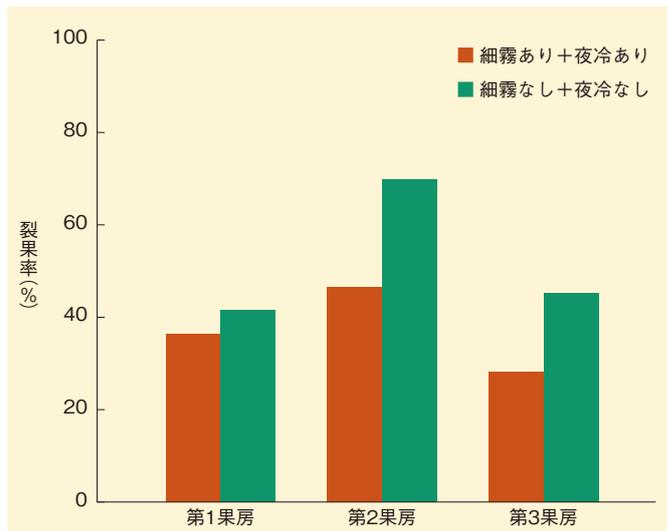


図4 トマトの裂果発生に対する細霧冷房+ヒートポンプ夜冷の効果
品種：CF桃太郎ヨーク；つくば植物工場実証拠点；NFT栽培；2011年7月15日播種、同8月3日定植(安場・鈴木・東出、未発表)

くなるためであり、もうひとつは瞬間的な果実肥大の速度が高温によって速くなり、高温時に急激に果実が大きくなるためである。

以上のことから、放射状裂果の発生を少なくするには、高温を抑制し果実の肥大速度を下げるが必要となる。高温による放射状裂果の発生を軽減するには①環境制御による方法②物理的に対策する方法③薬剤による方法が有効である。

①環境制御による方法：細霧冷房や夜間冷房の利用によって温度を低下させると、裂果の発生は減少することが明らかとなっている(図4)。

②物理的に対策する方法：トマトのへたに付いている枝の部分(果梗)をペンチで軽くひねることで(捻枝)、その後、数日間は高温であっても肥大速度が増加せず、放射状裂果の抑制に効果がある。

③薬剤による方法：夏秋トマトにおいて、植物調節剤であるホルクロルフェニユロン(CPPU)を生長中の果実に20ppmの濃度で散布すると放射状裂果の発生が減少する。最も効果が高い散布時期は、果房内の最大果実の直径が3.0~4.9cmのときである。以上の対策について、表1に一覧表として示したので参考にさせていただきたい。

本研究は、農林水産省戦略的プロジェクト研究推進事業「農業分野における気候変動適応技術の開発」JA-11系「温暖化の進行に適応する生産安定技術の開発」のなかで実施した。

表1 トマトの放射状裂果を軽減する手法と着果、収量との関係

手法	影響				備考	
	環境条件		トマト果実			
遮光	日中気温(-)	日射(-)	着果(-)	裂果(-)	全収量(-)	日射低下による着果減少は収量の増減を助長する可能性あり
ヒートポンプ夜冷 +細霧冷房	平均気温(-) 日中気温(-) 湿度(+)		着果(+)	裂果(-)	全収量(+)	細霧で昼の気温を、ヒートポンプで夜の気温を低下させ、日平均気温を下げる
捻枝	-	-	-	裂果(-)	-	果実肥大速度が一時的に(数日)減少する。ほかの手法との併用が可能
薬剤 (ホルクロルフェニユロン)	-	-	-	裂果(-)	-	果房に散布する(20ppm)。ほかの手法との併用が可能

影響の項目に示されるプラスの表示(+)は増加または上昇を、マイナスの表示(-)は減少または低下をそれぞれ表す