

平成 2 2 年 度

# 高温適応技術レポート

平成 2 3 年 2 月

農林水産省

# 目 次

|                              |    |
|------------------------------|----|
| はじめに                         | 1  |
| 1. 平成22年夏（6～8月）の天候経過（出典：気象庁） |    |
| （1）概況                        | 2  |
| ① 平均気温                       | 2  |
| ② 降水量                        | 3  |
| ③ 日照時間                       | 3  |
| （2）高温、少雨の記録                  | 4  |
| （3）平成22年夏（6～8月）の高温の要因と近年の傾向  | 5  |
| ① 高温の要因                      | 5  |
| ② 近年の傾向                      | 5  |
| 2. 高温による農畜産物の被害の発生状況         |    |
| （1）水稻                        | 6  |
| （2）麦                         | 10 |
| （3）大豆                        | 10 |
| （4）ばれいしょ                     | 10 |
| （5）茶                         | 11 |
| （6）果樹                        | 11 |
| （7）野菜                        | 12 |
| （8）飼料作物                      | 13 |
| （9）家畜                        | 13 |
| 3. 高温適応技術の実施状況と評価            |    |
| （1）主な高温適応技術の実施状況             | 17 |
| ① 水稻                         | 17 |
| ② 麦                          | 24 |
| ③ 大豆                         | 24 |
| ④ ばれいしょ                      | 25 |
| ⑤ 茶                          | 26 |
| ⑥ 果樹                         | 26 |
| ア かんきつ類                      | 26 |
| イ りんご                        | 27 |
| ウ なし、ぶどう                     | 28 |

|                 |                            |     |
|-----------------|----------------------------|-----|
| ⑦               | 野菜                         | 2 9 |
| ア               | 葉茎菜類（はくさい、キャベツ、ほうれんそう、レタス） | 2 9 |
| イ               | 果菜類（トマト、きゅうり、ピーマン）         | 3 0 |
| ウ               | 根菜類（にんじん、だいこん）             | 3 2 |
| ⑧               | 花き全般                       | 3 3 |
| ⑨               | 飼料作物                       | 3 4 |
| ⑩               | 家畜                         | 3 5 |
| ア               | 乳用牛                        | 3 5 |
| イ               | 肉用牛                        | 3 6 |
| ウ               | 豚                          | 3 8 |
| エ               | 採卵鶏                        | 3 9 |
| オ               | 肉用鶏                        | 4 1 |
| (2) 主な高温適応技術の評価 |                            | 4 3 |
| ①               | 水稲                         | 4 3 |
| ア               | 高温耐性品種への転換                 | 4 3 |
| イ               | 肥培管理の徹底                    | 4 5 |
| ウ               | 水管理の徹底                     | 4 5 |
| エ               | 移植時期の繰り下げ                  | 4 6 |
| オ               | 地力向上と作土層の確保による根系の生育促進      | 4 6 |
| カ               | 適正な籾数の制御・誘導を行うための栽植密度の調整   | 4 7 |
| ②               | 大豆                         | 4 7 |
| ア               | 畝間かん水の実施                   | 4 7 |
| イ               | 適期・適正防除の徹底                 | 4 8 |
| ③               | ばれいしょ                      | 4 8 |
| ④               | 茶                          | 4 8 |
| ⑤               | 果樹（かんきつ類、りんご）              | 4 9 |
| ア               | マルチ栽培の導入                   | 4 9 |
| イ               | カルシウム剤の塗布                  | 4 9 |
| ウ               | 反射シートの導入                   | 5 0 |
| ⑥               | 野菜                         | 5 0 |
| ア               | 遮光資材の活用                    | 5 0 |
| イ               | 地温抑制マルチの活用                 | 5 0 |
| ⑦               | 飼料作物                       | 5 1 |
| ア               | 耐暑性・耐病性に優れた草種・品種の導入        | 5 1 |
| イ               | 草地等の適正管理                   | 5 1 |
| ⑧               | 家畜                         | 5 2 |

## 4. 今後の対応方向

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| (1) 生産対策・技術指導の推進                 | 5 4 |
| ① 水稲                             | 5 4 |
| ア 高温耐性品種への転換                     | 5 4 |
| イ 肥培管理の徹底                        | 5 4 |
| ウ 水管理の徹底                         | 5 5 |
| エ 移植時期の繰り下げ                      | 5 5 |
| オ 地力向上と作土層の確保による根系の生育促進          | 5 5 |
| カ 適正な籾数の制御・誘導を行うための栽植密度の調整       | 5 5 |
| ② 大豆                             | 5 6 |
| ア 畝間かん水の実施                       | 5 6 |
| イ 適期・適正防除の実施                     | 5 6 |
| ③ ばれいしょ                          | 5 6 |
| ア 浴光育芽の実施による中心空洞の軽減              | 5 7 |
| イ 病害虫の適正防除                       | 5 7 |
| ウ その他の高温適応技術                     | 5 7 |
| ④ 茶                              | 5 8 |
| ⑤ 果樹（かんきつ類、りんご）                  | 5 8 |
| ア マルドリ方式による高品質果実安定生産技術（うんしゅうみかん） | 5 8 |
| イ カルシウム剤による浮皮軽減対策（うんしゅうみかん）      | 5 8 |
| ウ 反射シートによる着色促進対策（りんご）            | 5 9 |
| エ その他高温適応技術                      | 5 9 |
| ⑥ 野菜                             | 5 9 |
| ア 高温耐性品種等の導入                     | 5 9 |
| イ かん水・散水                         | 5 9 |
| ウ 敷わらの活用                         | 6 0 |
| エ 地温抑制マルチの活用                     | 6 0 |
| オ 遮光資材の活用                        | 6 0 |
| カ 循環扇の導入                         | 6 0 |
| ⑦ 飼料作物                           | 6 0 |
| ア 耐暑性・耐病性に優れた草種・品種の導入            | 6 0 |
| イ 草地等の適正管理                       | 6 1 |
| ⑧ 家畜                             | 6 1 |
| ア 畜舎外から畜舎温度を下げる技術                | 6 1 |
| イ 畜舎内から畜舎温度を下げる技術                | 6 1 |
| ウ 密飼いを避けて、体感温度とストレスの低減を図る技術      | 6 1 |
| エ 飼料給与等を工夫する技術                   | 6 1 |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| (2) 研究開発の状況と今後の課題 | 6 2 |
| ① 水稲              | 6 2 |
| ア 高温耐性品種の育成       | 6 2 |
| イ 高温適応栽培技術の向上     | 6 4 |
| ウ 今後の対策           | 6 6 |
| ② 麦、大豆、ばれいしょ      | 6 8 |
| ③ 果樹              | 7 0 |
| ア 品種              | 7 0 |
| イ 栽培技術            | 7 1 |
| ウ 今後の課題           | 7 2 |
| ④ 野菜              | 7 2 |
| ア 品種              | 7 2 |
| イ 栽培技術            | 7 3 |
| ウ 今後の課題           | 7 3 |
| ⑤ 飼料作物            | 7 4 |
| ⑥ 家畜              | 7 6 |

#### 参考資料（気象庁作成）

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| ○ 2010年（平成22年）夏の猛暑について       | 7 8 |
| ○ 平成22年5～9月の気象概要             | 8 1 |
| ○ 高温に関する気象情報の発表状況（平成22年5～9月） | 8 6 |
| ○ 異常天候早期警戒情報の精度              | 8 7 |

## はじめに

平成22年夏の気候は、北・東日本中心に多くの地点（北日本：23／39地点、東日本：27／47地点、西日本：5／58地点）で夏の平均気温が統計開始以来最も高い記録的な猛暑となり、9月中旬まで継続した。

水稻は、登熟期の長期間にわたる高温の影響から白未熟粒が発生し、1等比率の全国平均は対前年23.5ポイント減の61.7%（平成23年1月31日現在）に低下した。

かんきつ類では浮皮、日焼け果が、りんごでは着色不良、日焼け果が発生し、野菜では、夏秋産地で病害の多発、生育不良、秋冬産地で播種・定植の遅れ等が発生した。

飼料作物では東北で寒地型牧草の夏枯れや再生不良等が発生し、家畜では東北で豚、肉用鶏、関東で乳用牛、採卵鶏が被害を受けた。

異常な高温に対して収量、品質の影響を軽減する高温適応技術について、その効果を検証するため、平成22年10～11月に全国の都道府県普及指導センターへアンケート調査<sup>(※)</sup>を実施した。

例えば、水稻においては、最近育成された高温耐性品種の多くは、品質低下の程度が小さく、異常な高温下で能力が発揮され、生育診断に基づく追肥、水管理、土づくりなどに取り組んだ地域においては、影響が軽減されており、高温適応技術の重要性を再認識させる結果となった。

また、独立行政法人試験研究機関や都道府県試験研究機関では、水稻、果樹、野菜などの高温耐性品種、高温障害を回避する栽培技術の開発が行われ、一部のものは生産現場への普及が進められている。

「平成22年度高温適応技術レポート」は、23年作に向けた農畜産物の高温適応技術の普及・啓発を図るため、都道府県普及指導員等が技術指導等を行う際の参考として、平成22年夏の記録的な猛暑の影響、高温適応技術の実施状況、当面の適応技術及び短期・中長期的な研究開発課題等についてとりまとめたものである。

### ※「平成22年高温障害等に係る適応技術の実施状況調査」

農林水産省生産局農業環境対策課において、平成22年10～11月にかけて全国の各都道府県369普及指導センターを対象に主な高温適応技術の実施状況、普及状況、効果及び課題について調査を行ったものである。（以下、本レポートにおいて「実施状況調査」という。）

## 1. 平成22年夏（6～8月）の天候経過（出典：気象庁）

### （1）概 況

|       |                                          |
|-------|------------------------------------------|
| 気 温：  | 北日本から西日本にかけて顕著な高温<br>梅雨明け以降の猛暑が、9月中旬まで継続 |
| 降水量：  | 北日本日本海側でかなり多雨                            |
| 日照時間： | 東日本太平洋側でかなり多照、沖縄・奄美でかなり寡照                |

#### ① 平均気温

平成22年夏の平均気温は、北日本から西日本にかけて顕著な高温となった。特に、北日本と東日本は統計を開始した1946年以降で最も高い記録的猛暑となった。（図1）

また、地域ごとの平均気温も、全国154地点の気象台等のうち55地点（北日本の39地点のうち23地点、東日本の47地点のうちの27地点、西日本の58地点のうち5地点）で最も高い記録となった。

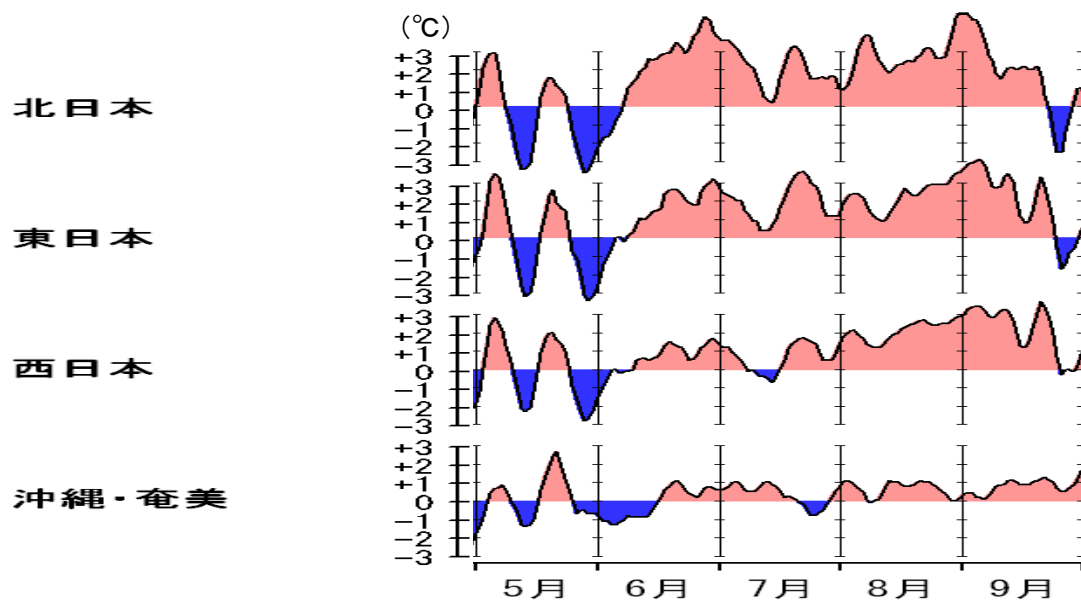


図1 平均気温平年差（5日移動平均）（平成22年5～9月）

## ② 降水量

平成22年夏の降水量は、北日本日本海側でかなり多く、西日本太平洋側と沖縄・奄美で多かった。北日本日本海側では平年の140%を上回ったところがあった。一方、東日本では少なく、北日本太平洋側と西日本日本海側では平年並だった。

8月の月降水量は、西日本太平洋側でかなり少なく、北日本太平洋側、東日本、及び西日本日本海側で少なかった。（図2）

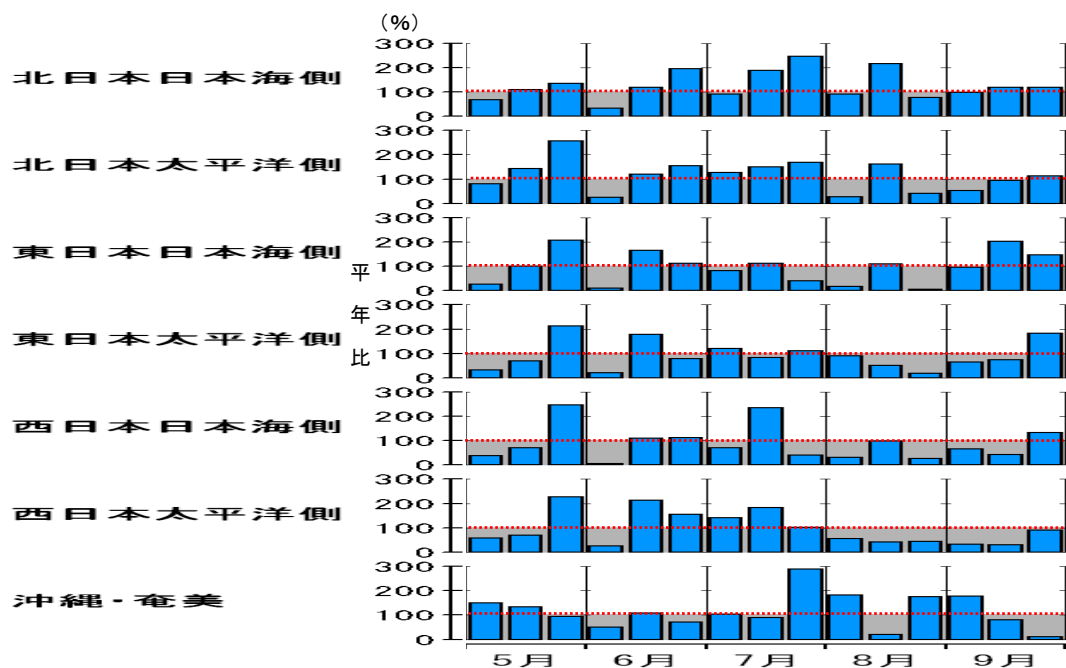


図2 降水量平年比（平成22年5～9月）

## ③ 日照時間

平成22年夏の日照時間は、東日本太平洋側でかなり多く、東日本日本海側で多かった。一方、沖縄・奄美ではかなり少なく、北日本と西日本では平年並だった。（図3）

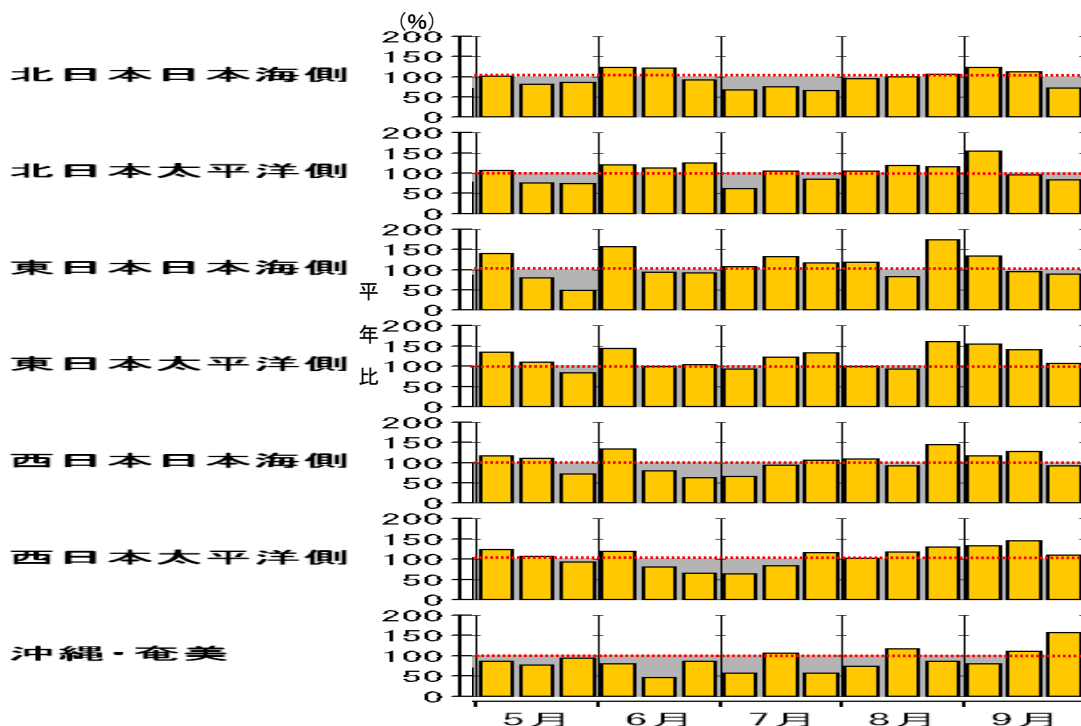


図3 日照時間平年比（平成22年5～9月）

## (2) 高温、少雨の記録

平成22年夏の猛暑日(日最高気温35℃以上)、真夏日(日最高気温30℃以上)、日最低気温25℃以上日数は、いずれも全国的に平年を上回ったところが多かった。夏の猛暑日日数と真夏日日数は、それぞれ全国154地点の气象台等のうち11地点で最大値を更新し、日最低気温25℃以上の日数は、48地点で最大値を更新した。

(表1-1、2、3)

また、8月の月降水量は、館野(茨城県)、広島、呉、福山(以上、広島県)で最小値を更新した。(図2、表1-4)

表1-1 夏の猛暑日日数の最大値を更新した地点(平年差が大きい順で記載)

| 順位 | 地点名 | 日数 | 平年差<br>(日数) | 平年値<br>(日数) | 順位 | 地点名 | 日数 | 平年差<br>(日数) | 平年値<br>(日数) | 順位 | 地点名 | 日数 | 平年差<br>(日数) | 平年値<br>(日数) |
|----|-----|----|-------------|-------------|----|-----|----|-------------|-------------|----|-----|----|-------------|-------------|
| 1  | 舞鶴  | 27 | +21.5       | 5.5         | 5  | 富山  | 18 | +14.9       | 3.1         | 9  | 松山  | 12 | +10.8       | 1.2         |
| 2  | 熊谷  | 31 | +21.1       | 9.9         | 6  | 大分  | 15 | +12.8       | 2.2         | 10 | 千葉  | 8  | +7.4        | 0.6         |
| 3  | 米子  | 22 | +17.8       | 4.2         | 7  | 敦賀  | 15 | +12.3       | 2.7         | 11 | 横浜  | 5  | +4.6        | 0.4         |
| 4  | 福井  | 21 | +17.2       | 3.8         | 8  | 館野  | 13 | +11.7       | 1.3         |    |     |    |             |             |

表1-2 夏の真夏日日数の最大値を更新した地点(平年差が大きい順で記載)

| 順位 | 地点名 | 日数 | 平年差<br>(日数) | 平年値<br>(日数) | 順位 | 地点名 | 日数 | 平年差<br>(日数) | 平年値<br>(日数) | 順位 | 地点名 | 日数 | 平年差<br>(日数) | 平年値<br>(日数) |
|----|-----|----|-------------|-------------|----|-----|----|-------------|-------------|----|-----|----|-------------|-------------|
| 1  | 網代  | 54 | +28.1       | 25.9        | 5  | 酒田  | 44 | +24.4       | 19.6        | 9  | 館野  | 53 | +21.5       | 31.5        |
| 2  | 盛岡  | 45 | +27.6       | 17.4        | 6  | 石廊崎 | 32 | +24.3       | 7.7         | 10 | 横浜  | 55 | +21.1       | 33.9        |
| 3  | 新庄  | 49 | +27.0       | 22.0        | 7  | 銚子  | 30 | +22.6       | 7.4         | 11 | 大船渡 | 27 | +17.4       | 9.6         |
| 4  | 仙台  | 41 | +25.6       | 15.4        | 8  | 三宅島 | 30 | +22.0       | 8.0         |    |     |    |             |             |

表1-3 夏の日最低気温25℃以上の日数の最大値を更新した地点(平年差が大きい順で記載)

| 順位 | 地点名 | 日数 | 平年差<br>(日数) | 平年値<br>(日数) | 順位 | 地点名 | 日数 | 平年差<br>(日数) | 平年値<br>(日数) | 順位 | 地点名 | 日数 | 平年差<br>(日数) | 平年値<br>(日数) |
|----|-----|----|-------------|-------------|----|-----|----|-------------|-------------|----|-----|----|-------------|-------------|
| 1  | 高松  | 43 | +31.4       | 11.6        | 17 | 浜田  | 30 | +24.3       | 5.7         | 33 | 三島  | 28 | +20.5       | 7.5         |
| 2  | 金沢  | 38 | +30.9       | 7.1         | 18 | 松江  | 30 | +23.8       | 6.2         | 34 | 前橋  | 23 | +20.1       | 2.9         |
| 3  | 横浜  | 43 | +30.2       | 12.8        | 19 | 境   | 32 | +23.5       | 8.5         | 35 | 福井  | 26 | +19.9       | 6.1         |
| 4  | 萩   | 39 | +30.0       | 9.0         | 20 | 大島  | 26 | +23.3       | 2.7         | 36 | 福江  | 31 | +17.2       | 13.8        |
| 5  | 御前崎 | 37 | +28.1       | 8.9         | 21 | 相川  | 27 | +23.2       | 3.8         | 37 | 福島  | 18 | +15.6       | 2.4         |
| 6  | 津   | 42 | +27.9       | 14.1        | 22 | 佐世保 | 46 | +23.2       | 22.8        | 38 | 宇都宮 | 15 | +14.0       | 1.0         |
| 7  | 東京  | 48 | +27.3       | 20.7        | 23 | 大分  | 30 | +23.2       | 6.8         | 39 | 輪島  | 14 | +12.9       | 1.1         |
| 8  | 名古屋 | 39 | +26.7       | 12.3        | 24 | 網代  | 34 | +23.1       | 10.9        | 40 | 舞鶴  | 16 | +12.2       | 3.8         |
| 9  | 米子  | 34 | +26.5       | 7.5         | 25 | 敦賀  | 38 | +22.2       | 15.8        | 41 | 酒田  | 13 | +11.1       | 1.9         |
| 10 | 千葉  | 41 | +26.5       | 14.5        | 26 | 福山  | 28 | +22.0       | 6.0         | 42 | 水戸  | 10 | +8.7        | 1.3         |
| 11 | 姫路  | 34 | +26.4       | 7.6         | 27 | 熊谷  | 26 | +21.7       | 4.3         | 43 | 仙台  | 9  | +8.2        | 0.8         |
| 12 | 山口  | 33 | +26.4       | 6.6         | 28 | 伊良湖 | 32 | +21.7       | 10.3        | 44 | 館野  | 9  | +8.0        | 1.0         |
| 13 | 彦根  | 33 | +26.1       | 6.9         | 29 | 洲本  | 28 | +21.4       | 6.6         | 45 | 上野  | 7  | +6.5        | 0.5         |
| 14 | 高知  | 34 | +25.3       | 8.7         | 30 | 館山  | 28 | +21.0       | 7.0         | 46 | 青森  | 3  | +2.8        | 0.2         |
| 15 | 新潟  | 33 | +25.0       | 8.0         | 31 | 静岡  | 29 | +21.0       | 8.0         | 47 | 八戸  | 3  | +2.7        | 0.3         |
| 16 | 伏木  | 30 | +24.7       | 5.3         | 32 | 鳥取  | 26 | +20.9       | 5.1         | 48 | 江差  | 2  | +1.9        | 0.1         |

表1-4 8月の月降水量の最小値を更新した地点(平年比が小さい順に記載)

| 順位 | 地点名 | 降水量<br>mm | 平年比<br>% | 平年値<br>mm |
|----|-----|-----------|----------|-----------|
| 1  | 呉   | 0.0       | 0        | 118.1     |
| 2  | 福山  | 2.0       | 2        | 99.2      |
| 3  | 館野  | 5.0       | 4        | 121.8     |
| 4  | 広島  | 5.5       | 4        | 126.0     |

### (3) 平成22年夏（6～8月）の高温の要因と近年の傾向

#### ① 高温の要因

期間を通して冷涼なオホーツク海高気圧や寒気の影響をほとんど受けなかったこと、梅雨明け後、上空の偏西風が日本付近で平年よりも北に偏って流れ、勢力の強い太平洋高気圧に覆われたこと、平成22年春まで継続していたエルニーニョ現象の影響で北半球中緯度の対流圏全体で気温が上昇したこと等の要因が重なったためと考えられる。また、背景として二酸化炭素などの温室効果ガスの増加に伴う地球温暖化の影響が現れているとみられる。（図4）

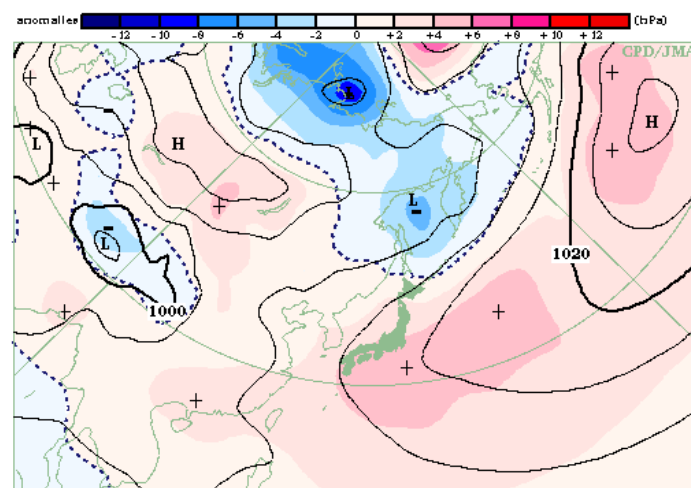


図4 平成22年夏の気圧配置図

#### ② 近年の傾向

平成22年夏の日本の平均気温平年差は+1.64℃で、1898年の統計開始以降、最も高い値となった。日本の夏の平均気温は、上昇傾向が続いており、長期的には100年あたり約0.97℃の割合で上昇している。（図5 表1-4）

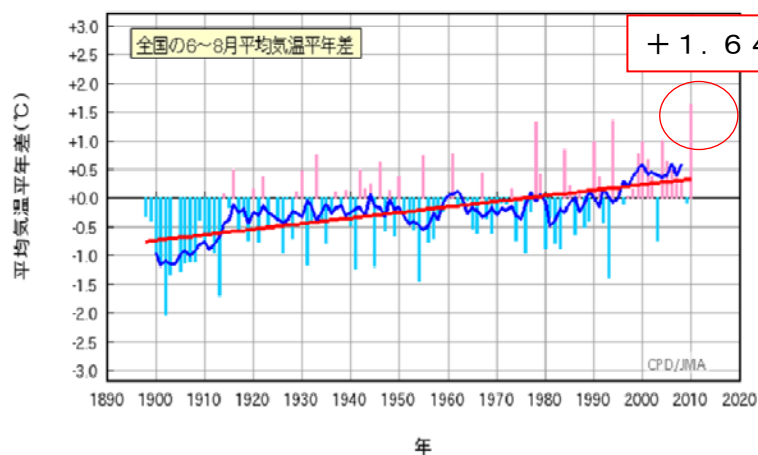


図5 日本の夏（6～8月）平均気温平年差

表1-4

日本の夏の平均気温の順位

| 順位           | 年    | 平年差    |
|--------------|------|--------|
| 1            | 2010 | +1.64  |
| 2            | 1994 | +1.36  |
| 3            | 1978 | +1.34  |
| 4            | 2004 | +1.01  |
| 5            | 1990 | +1.00  |
| 6            | 2000 | +0.99  |
| 7            | 1984 | +0.84  |
| 8            | 1999 | +0.77  |
|              | 1961 | +0.77  |
| 10           | 1933 | +0.75  |
| 100年あたりの上昇温度 |      | +0.97℃ |

## 2. 高温による農畜産物の被害の発生状況

### (1) 水稻

#### ① 被害状況

平成22年産は記録的な高温に見舞われ、米の内部が白く濁る白未熟粒の発生が多発し、1等比率の著しい低下が各地で見受けられ、平成23年1月31日現在の全国平均の1等比率は61.7%（前年同時期85.2%）となった。また、北関東の一部地域では、収量の著しい低下も見受けられた。実施状況調査においても、高温障害が報告された普及指導センターの割合は全国で85%に上り、その全ての普及指導センターから白未熟粒の発生が報告された。

ブロック別に見ると、北海道を除いて全国的に品質低下が著しく、北陸や北関東の一部の県においては、品質低下が特に大きかった。

品種別に見ると、高温耐性品種（水稻では登熟期の高温に対する耐性を有する品種をいう。以下同じ。）が、従来品種と比較し品質低下の割合が小さかったことが認められるが、高温耐性を有するとされる品種の中にはその効果が十分発揮されなかったものも見受けられた。（表2-1. 2）

表2-1 平成22年産の1等比率（平成23年1月31日現在）

（ブロック別）

|       | 北海道   | 東北     | 関東     | 北陸     | 東海     | 近畿     | 中国四国   | 九州     | 全国     |
|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| H21年産 | 86.2% | 93.6%  | 92.5%  | 88.4%  | 65.2%  | 73.6%  | 66.0%  | 61.3%  | 85.2%  |
| H22年産 | 88.4% | 74.2%  | 74.7%  | 42.6%  | 23.8%  | 37.9%  | 37.4%  | 37.3%  | 61.7%  |
| 対比    | 2.2%  | ▲19.4% | ▲17.8% | ▲45.8% | ▲41.4% | ▲35.7% | ▲28.6% | ▲24.0% | ▲23.5% |

表2-2 高温耐性品種に効果が見られた例（ア～キ 数字は1等比率（1月31日現在））

#### ア 山形県

|      | 従来品種<br>はえぬき(H4) | 高温耐性品種<br>つや姫(H21) |
|------|------------------|--------------------|
| 21年産 | 97%              | 99%                |
| 22年産 | 74%              | 98%                |
| 対前年  | ▲23%             | ▲1%                |

#### イ 新潟県

|      | 従来品種<br>コシヒカリ(S31) | 高温耐性品種<br>ゆきん子舞(H17) |
|------|--------------------|----------------------|
| 21年産 | 90%                | 90%                  |
| 22年産 | 21%                | 52%                  |
| 対前年  | ▲69%               | ▲38%                 |

#### ウ 富山県

|      | 従来品種<br>コシヒカリ(S31) | 高温耐性品種     |            |
|------|--------------------|------------|------------|
|      |                    | てんたかく(H15) | てんこもり(H19) |
| 21年産 | 86%                | 89%        | 95%        |
| 22年産 | 59%                | 90%        | 91%        |
| 対前年  | ▲27%               | 1%         | ▲4%        |

エ 福岡県

|       | 従来品種<br>ヒノヒカリ(H1) | 高温耐性品種<br>元気づくし(H21) |
|-------|-------------------|----------------------|
| 21 年産 | 50%               | 91%                  |
| 22 年産 | 14%               | 87%                  |
| 対前年   | ▲36%              | ▲ 4%                 |

オ 大分県

|       | 従来品種<br>ヒノヒカリ(H1) | 高温耐性品種<br>にこまる(H17) |
|-------|-------------------|---------------------|
| 21 年産 | 82%               | 69%                 |
| 22 年産 | 39%               | 72%                 |
| 対前年差  | ▲43%              | 3%                  |

カ 佐賀県

|       | 従来品種<br>ヒノヒカリ(H1) | 高温耐性品種<br>さがびより(H21) |
|-------|-------------------|----------------------|
| 21 年産 | 65%               | 92%                  |
| 22 年産 | 13%               | 80%                  |
| 対前年   | ▲52%              | ▲12%                 |

キ 熊本県

|       | 従来品種<br>ヒノヒカリ(H1) | 高温耐性品種<br>くまさんの力(H21) |
|-------|-------------------|-----------------------|
| 21 年産 | 56%               | 69%                   |
| 22 年産 | 19%               | 64%                   |
| 対前年差  | ▲37%              | ▲ 5%                  |

※ 品種名横の（ ）内は育成年を示す。

また、同一品種であっても、県別に見ると、気象条件が類似した県の間で品質低下の割合に大きな違いが見られることから、品種以外の栽培管理等の要因が複合的に影響し差が生じたと推定される。（表 2－3、図 6－1、2）

表 2－3 コシヒカリの県別の 1 等比率（1 月 31 日現在）

|        | 関東地方 近隣5県 |      |      |      |     | 北陸地方 近隣4県 |      |      |      |
|--------|-----------|------|------|------|-----|-----------|------|------|------|
|        | 茨城県       | 栃木県  | 群馬県  | 埼玉県  | 千葉県 | 新潟県       | 富山県  | 石川県  | 福井県  |
| H21 年産 | 94%       | 94%  | 73%  | 91%  | 93% | 90%       | 86%  | 89%  | 90%  |
| H22 年産 | 81%       | 77%  | 24%  | 64%  | 91% | 21%       | 59%  | 67%  | 84%  |
| 対前年    | ▲13%      | ▲17% | ▲49% | ▲27% | ▲2% | ▲69%      | ▲27% | ▲22% | ▲ 6% |

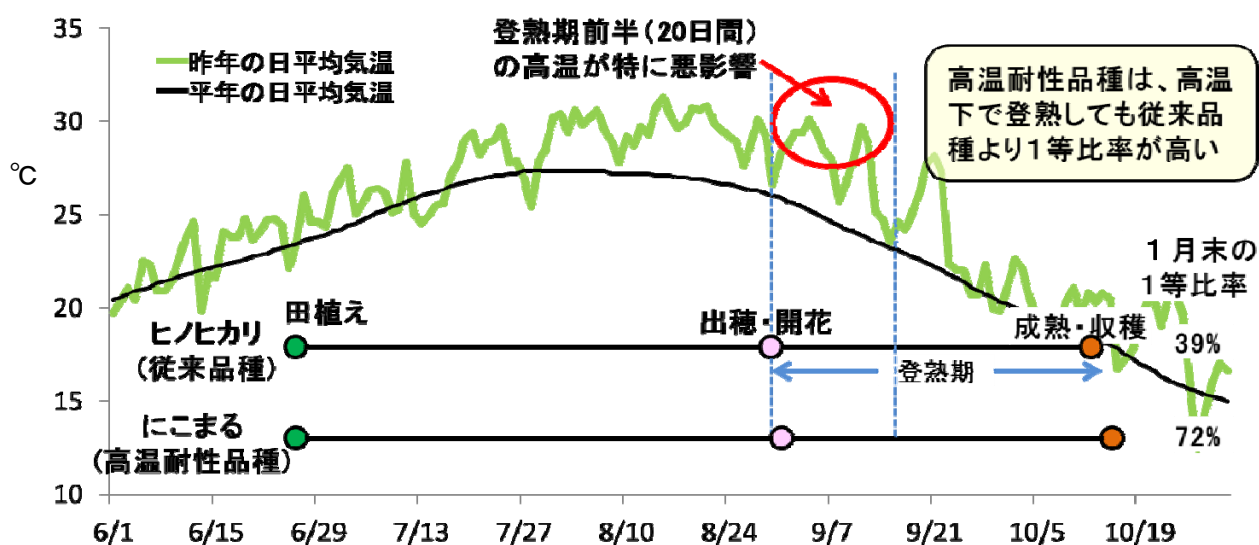


図 6－1 大分県における品種別の生育ステージと日平均気温

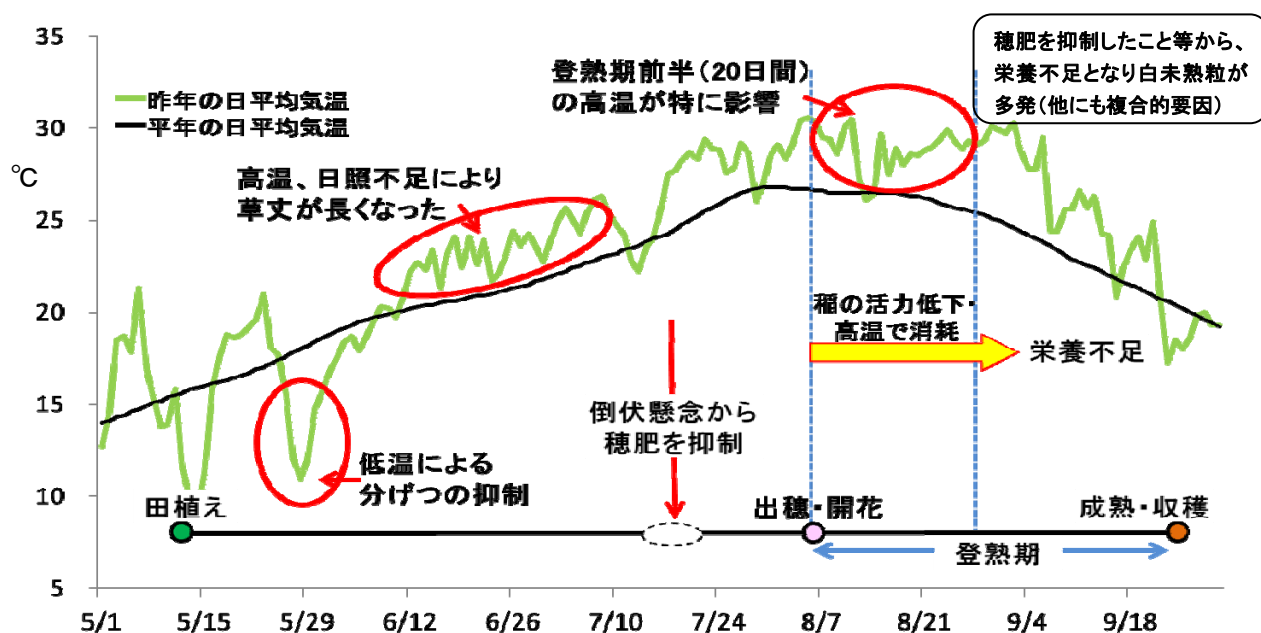


図 6-2 気象条件及び栽培管理により品質低下した事例

## ② 平成 22 年の気象状況と出穂時期及び登熟期間の気温

これまでの高温障害に関する調査等から、心白粒、乳白粒など白未熟粒は、出穂後約 20 日間において、日平均気温が 26℃～27℃以上になると発生が増加することが知られている。この他、胴割粒は、出穂後 10 日間の最高気温が 32℃以上の条件で発生が増加するなど、登熟期間の気温によって大きな影響を受けることが知られている。

平成 22 年産米については、全国の多くの地域で白未熟粒の発生が報告されているが、本年の登熟期間の平均気温は各地とも平年値を上回っており、28℃～29℃に達した地域が多く見られたなど、気象要因によって大きな影響を受けたと考えられる。また、登熟期が高温に遭遇することを回避する「移植時期の繰り下げ」技術や作期の遅い品種を導入した地域であっても、梅雨明け後の高温により出穂期が平年より早まったこと、9 月中旬まで高温傾向が続いたことにより登熟期が高温に遭遇したことから、これらの効果が十分に発現しなかったと推定される。(表 2-4, 図 6-3)

表 2-4 主な県の田植え時期、出穂期及び出穂後 20 日間の平均気温

|        | 山形県   | 茨城県   | 群馬県   | 埼玉県   | 新潟県   | 福井県   | 滋賀県   | 岡山県   | 佐賀県   |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 田植え期   | 5/19  | 5/6   | 6/15  | 5/22  | 5/11  | 5/15  | 5/10  | 6/7   | 6/19  |
| 対平年    | 1 日遅  | 1 日遅  | 2 日遅  | 1 日遅  | 1 日遅  | 7 日遅  | 1 日遅  | 2 日遅  | 2 日早  |
| 出穂期    | 8/4   | 7/31  | 8/18  | 8/11  | 8/7   | 8/4   | 8/3   | 8/18  | 8/26  |
| 対平年    | 5 日早  | 5 日早  | 5 日早  | 2 日早  | 3 日早  | 3 日遅  | 並     | 2 日早  | 並     |
| 平均気温   | 27.6℃ | 27.8℃ | 29.5℃ | 29.5℃ | 28.7℃ | 29.2℃ | 29.3℃ | 30.6℃ | 28.0℃ |
| (対平年)  | +3.2℃ | +2.8℃ | +5.1℃ | +3.4℃ | +2.7℃ | +2.1℃ | +2.2℃ | +3.9℃ | +2.7℃ |
| 平均最低気温 | 23.4℃ | 24.4℃ | 24.7℃ | 25.2℃ | 25.5℃ | 25.3℃ | 25.5℃ | 26.8℃ | 24.3℃ |

※ 1 田植え期、出穂期は農林水産省大臣官房統計部資料より

※ 2 気温は気象庁データより (平均気温は各県庁所在地)

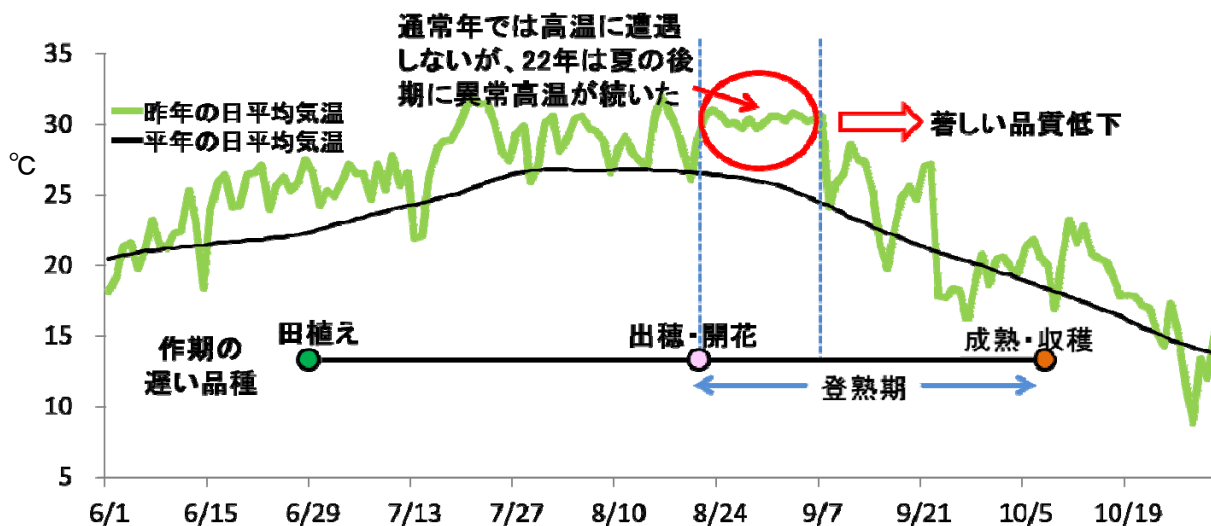


図 6－3 関東地方における作期の遅い品種の品質低下の事例

この他、平成 22 年は関東地方など一部の地域において、8 月下旬から 9 月上旬に高温のピークを迎え、出穂期の違いにより登熟期の平均気温に差が生じたこと（出穂期が遅いほど高温に遭遇）等から、同一品種であっても品質低下の程度に違いが見られたと考えられる。（表 2－5）

表 2－5 関東近隣 5 県におけるコシヒカリの 1 等比率及び田植え時期、出穂期及び出穂後 20 日間の気温

|               | 千葉県<br>(香取市)      | 茨城県<br>(龍ヶ崎市)   | 栃木県<br>(宇都宮市)   | 埼玉県<br>(熊谷市)           |                 | 群馬県<br>(館林市)    |
|---------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------|
| 1等比率<br>昨年差   | 91%<br>▲ 2%       | 81%<br>▲ 13%    | 77%<br>▲ 17%    | 64%<br>(参考:早植え地帯) ▲27% |                 | 24%<br>▲ 49%    |
| 田植え期<br>対平年   | 4/25 頃<br>並       | 5/6 頃<br>2 日遅   | 5/5 頃<br>1 日遅   | 4/30 頃<br>並            | 5/22 頃<br>1 日遅  | 6/2 頃<br>並      |
| 出穂期<br>対平年    | 7/22 頃<br>5 日早    | 8/3 頃<br>5 日早   | 7/28 頃<br>6 日早  | 7/22 頃<br>5 日早         | 8/11 頃<br>2 日早  | 8/10 頃<br>3 日早  |
| 平均気温<br>対平年   | 27.2℃<br>(+ 2.7℃) | 27.8℃<br>+ 2.3℃ | 27.8℃<br>+ 2.4℃ | 28.8℃<br>+ 2.1℃        | 29.4℃<br>+ 3.5℃ | 29.5℃<br>+ 3.2℃ |
| 平均最低気温<br>対平年 | 23.5℃<br>(+ 1.9℃) | 24.0℃<br>+ 1.9℃ | 24.6℃<br>+ 2.7℃ | 25.0℃<br>+ 2.1℃        | 25.0℃<br>+ 2.6℃ | 25.4℃<br>+ 2.5℃ |

※ 1 1 等比率は総合食料局データ

※ 2 田植え期、出穂期は各県からの聞き取り等

※ 3 平均気温は気象庁データ

※ 4 香取市の平年値データが無いため対平年差は、佐倉市における本年値と平年値との差

## (2) 麦

北海道の小麦では、6月中旬以降の登熟期が高温で経過したことから、登熟期間が7～10日程度短縮され、子実の充実不足から細粒傾向となった。この結果、北海道における収穫量は297kg/10a（平均収量対比63%）に減収し、1等比率は49.4%（直近5ヶ年平均73.3%）と品質を低下させた。（平成23年1月31日現在）

なお、都府県においても作柄は悪かったが、6月上中旬までに収穫したことから高温の影響は受けておらず、降雨等による影響が主な原因となった。

## (3) 大豆

大豆では、高温のみが原因となる障害の報告はないものの、特に開花期以降の干ばつが原因と考えられる青立ち、落花・落莢、小粒化、裂皮等の生育不良の障害の発生や、害虫の多発について報告があった。

報告のあった主な生育不良等の障害と発生地域は、

- ① 青立ち（図7）：関東、北陸、近畿、中国四国
- ② 落花・落莢（開花期以降に花や莢が落下する状態）：九州を除く全国
- ③ 小粒化（通常の生育より子実が肥大不良になる状態）：北海道、近畿、中国四国
- ④ 裂皮（種皮が割れる状態）：北海道、近畿、中国四国
- ⑤ 害虫の多発：北海道、関東、中国四国

となっている。



青立ち株

成熟し枯れ上がった株

図7 大豆の青立ち株

成熟期になっても落葉せず茎や緑色が残っており、莢は熟しても茎葉部はいつまでも枯れ上がらない状態

## (4) ばれいしょ

我が国で生産されるばれいしょのうち、北海道が作付面積の約7割、生産量の約8割を占めている。このような中、平成22年北海道産ばれいしょについては、植付け前からの低温により植付け開始が遅れ気味に推移した上、植え付け後も気温は低めに推移したことから、生育は全般的に遅れた。加えて、5月中旬には十勝地域において大雨があり、排水不良ほ場では不萌芽などの被害が生じた。

その後、6月上旬から気温が急上昇し、7月、8月と高く推移するとともに、降水量も多かったことから、徒長気味の生育となった。また、塊茎の急激な生長により内部障害（中心空洞）（図8）が発生し、初期生育の遅れによるストロン（ばれいしょ塊茎が形成されるための地下茎）形成期間の短縮等により、株当たりの玉数の減少もみられた。

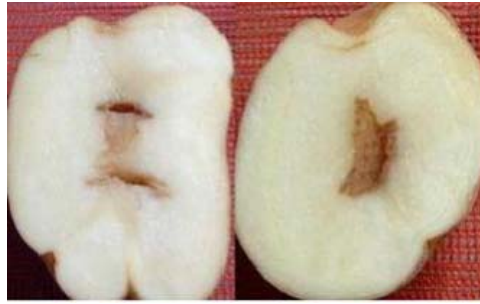


図8 ばれいしょ中心空洞

7月上旬から8月下旬においては、最高気温及び最低気温が平年より高く推移したことにより、ばれいしょの呼吸量の増加による光合成産物（でん粉）の消費量が増大し、塊茎に蓄積されるでん粉量が減少した結果、比重の低下（でん粉価の低下）、収量の低下（小玉化）となった。（表3）

表3 平成22年産と平年産との比較（北海道）（単位：ha、kg/10a、トン）

|         | 作付面積    | 10a当たりの収量 | 収穫量       |
|---------|---------|-----------|-----------|
| 平年産 ①   | 55,500  | 3,870     | 2,156,000 |
| 22年産 ②  | 54,100  | 3,240     | 1,753,000 |
| 比較（②-①） | △ 1,400 | △ 630     | △ 403,000 |

注）平年産とは、平成15～21年産の最も収量の高い年と低い年を除いた平均値である。

## （5）茶

静岡県、京都府、佐賀県などにおいて、夏場の干ばつや高温により、新芽の生育抑制や葉焼けがみられたものの、その後の降雨及びかん水等の実施により、茶生産に影響を及ぼす被害はみられなかった。

## （6）果樹

夏期の高温・少雨が果樹生産に及ぼす具体的な影響として、強い日射と高温による日焼け果の発生、高温が続くことによる着色不良等が知られている。本年は高温・少雨の傾向が顕著であったため、各地でこれらの影響が平年より多く発生したとの情報が寄せられた。

具体的には、うんしゅうみかんでは主産県の多くで日焼け果の多発が、うんしゅうみかんと中晩かん類で梅雨前後の乾燥による生理落果や肥大・減酸の抑制がみられた。

りんごでは主産県の多くで日焼け果の発生や着色不良が、ぶどうでも着色不良、果粒の軟化・萎れがみられた。

その他日本なし、もも、かき等でも同様に日焼け果の発生、着色不良がみられた。また、全般的に小玉傾向となっており、夏期の少雨が一因と考えられている。



図 9

左：りんごの日焼け果

右：かんきつ類の日焼け果

## (7) 野菜

野菜では夏から秋にかけて産地が移り変わる時期にあり、品目、産地及び生育ステージで影響が異なる。夏期における高温障害は、出荷段階となる夏秋産地では病害の多発、生育不良及び着果不良等により収量や品質が低下した。また、播種・生育初期段階となる秋冬産地では播種・定植の遅れ、発芽不良、生育の遅れ等により、収量が低下した。（表 4，図 10）

夏秋産地の代表例として、

- ① レタス（長野、群馬）で、高温による生育不良、7月の多雨による病害の多発
- ② トマト（青森、千葉）で、高温による着花不良、品質低下及び着色不良
- ③ にんじん（北海道）で、高温や7月の多雨による病害の多発

がみられた。

秋冬産地の代表例として

- ① キャベツ（群馬、千葉）やレタス（茨城、香川）で、高温による播種・定植作業の遅れや生育の遅れ
- ② トマト（千葉、茨城）で、高温による着果不良や小玉化
- ③ にんじん（千葉、埼玉）で、高温・乾燥による発芽不良や欠株の発生

がみられた。

表 4 東京中央卸売市場における入荷動向

単位：トン

| 品目   | 8月     |      | 9月     |      | 10月    |     | 11月    |     | 12月    |      |
|------|--------|------|--------|------|--------|-----|--------|-----|--------|------|
|      | 入荷量    | 平年比  | 入荷量    | 平年比  | 入荷量    | 平年比 | 入荷量    | 平年比 | 入荷量    | 平年比  |
| キャベツ | 15,243 | 101% | 15,664 | 104% | 14,373 | 93% | 11,324 | 87% | 13,051 | 101% |
| レタス  | 8,442  | 102% | 8,236  | 95%  | 7,877  | 90% | 6,558  | 92% | 8,305  | 106% |
| トマト  | 8,832  | 90%  | 6,388  | 73%  | 5,376  | 81% | 4,631  | 91% | 4,807  | 96%  |
| にんじん | 5,488  | 84%  | 7,082  | 101% | 8,110  | 99% | 6,989  | 91% | 8,398  | 89%  |

資料 東京中央市場青果卸売会社協会ホームページより抜粋

注：平年比とは、過去5か年の月別入荷量の平均値と当月の入荷量との比である。

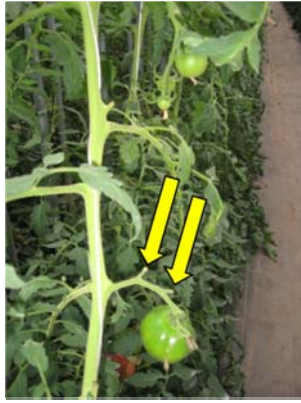


図 10

左：レタスの腐れ  
右：トマトの花落ち

## （８）飼料作物

飼料作物においては、我が国の多様な気象に対応した多種の飼料作物が開発・導入されており、一般に高温等による障害を受けにくい状況にある。

しかし、北海道や東北で普及しているチモシー等の寒地型の永年性牧草は、耐暑性が低いものが多く、高温・干ばつによって生育停滞、もしくは枯死することがあり、牧草密度の減少や雑草の侵入の起因となる。また、サイレージの調製・給与にあたり、高温条件は不良発酵や開封したサイレージの２次発酵による品質低下の要因になる。

本年、東北でオーチャードグラス等寒地型牧草の一部夏枯れや刈り取り後の再生不良などがみられた。これは同地域では夏（６～８月）の平均気温が記録的に高く、平年より２℃以上上回ったことが要因として考えられる。（図 11）

当該地域等では牧草の収穫時の刈り取り高を高くする（１０cm 以上等）、牧草が枯死した部分への追播などの取組などが行われ、高温の影響の緩和が図られている。

この他、九州地方においては高温により青刈りとうもろこしについて南方サビ病や飼料用稲においてウンカの発生が一部みられた。



図 11

夏枯れが発生したオーチャードグラス

## （９）家畜

家畜（乳用牛、肉用牛、豚、採卵鶏、肉用鶏）生産の適温域はおおよそ、乳用牛（搾乳牛・ホルスタイン種）０～２０℃、肥育牛（去勢）１０～１５℃、成豚５～２０℃、採卵鶏（白色レグホン）１３～２８℃、肉用鶏（ブロイラー）１９～２３℃等の報告がなされている。

一方、暑熱環境下では、家畜は、飼料摂取量の減少、行動の不活発等により産熱量の減少を図ることでこれに対応するが、いわゆる臨界温度を超えて暑くなりすぎると熱生産量が増え体温が上昇する。この温度としては、乳用牛（搾乳牛・ホルスタイン種）27℃、肥育牛（去勢）30℃、成豚25℃、採卵鶏（白色レグホン）30～32℃、肉用鶏（ブロイラー）28℃等の報告がなされているが、更に暑熱が増した場合は、家畜は熱射病の状態になったり、最悪の場合は死に至るとされている。

平成22年7～9月間の暑熱による家畜の死亡又は廃用頭羽数被害は、以下のような状況であった。（表5－1）

表5－1 暑熱による家畜の死亡又は廃用頭羽数被害の状況

|       |      | (単位：頭)    |       |     |           |       |      | (単位：千羽)   |        |       |           |
|-------|------|-----------|-------|-----|-----------|-------|------|-----------|--------|-------|-----------|
| 畜種・地域 |      | 22年<br>7月 | 8月    | 9月  | 3か月<br>合計 | 畜種・地域 |      | 22年<br>7月 | 8月     | 9月    | 3か月<br>合計 |
| 乳用牛   | 全国   | 447       | 1,344 | 614 | 2,405     | 採卵鶏   | 全国   | 68.85     | 154.94 | 15.18 | 238.98    |
|       | 北海道  | 17        | 100   | 25  | 142       |       | 北海道  | 0.10      | 2.95   | 0.00  | 3.05      |
|       | 東北   | 68        | 207   | 53  | 328       |       | 東北   | 0.99      | 35.13  | 1.59  | 37.71     |
|       | 関東   | 158       | 372   | 250 | 780       |       | 関東   | 42.76     | 81.69  | 10.62 | 135.06    |
|       | 北陸   | 19        | 103   | 51  | 173       |       | 北陸   | 2.32      | 15.12  | 0.68  | 18.12     |
|       | 東海   | 45        | 50    | 13  | 108       |       | 東海   | 17.77     | 7.90   | 1.38  | 27.05     |
|       | 近畿   | 36        | 132   | 59  | 227       |       | 近畿   | 1.75      | 2.68   | 0.31  | 4.74      |
|       | 中国四国 | 32        | 121   | 46  | 199       |       | 中国四国 | 0.98      | 4.42   | 0.09  | 5.49      |
|       | 九州   | 72        | 257   | 116 | 445       |       | 九州   | 2.19      | 5.05   | 0.51  | 7.75      |
|       | 沖縄   | 0         | 2     | 1   | 3         |       | 沖縄   | 0.00      | 0.00   | 0.00  | 0.00      |
| 肉用牛   | 全国   | 155       | 261   | 119 | 535       | 肉用鶏   | 全国   | 144.02    | 395.42 | 79.15 | 618.58    |
|       | 北海道  | 0         | 3     | 2   | 5         |       | 北海道  | 0.00      | 59.69  | 0.00  | 59.69     |
|       | 東北   | 49        | 56    | 39  | 144       |       | 東北   | 53.54     | 113.24 | 4.61  | 171.38    |
|       | 関東   | 15        | 25    | 16  | 56        |       | 関東   | 15.71     | 28.08  | 17.98 | 61.78     |
|       | 北陸   | 4         | 4     | 3   | 11        |       | 北陸   | 1.46      | 6.72   | 0.24  | 8.41      |
|       | 東海   | 12        | 10    | 2   | 24        |       | 東海   | 1.08      | 11.46  | 2.15  | 14.68     |
|       | 近畿   | 13        | 12    | 13  | 38        |       | 近畿   | 11.25     | 18.17  | 3.36  | 32.77     |
|       | 中国四国 | 15        | 34    | 8   | 57        |       | 中国四国 | 12.94     | 48.06  | 21.52 | 82.51     |
|       | 九州   | 40        | 105   | 32  | 177       |       | 九州   | 45.64     | 107.62 | 28.09 | 181.35    |
|       | 沖縄   | 7         | 12    | 4   | 23        |       | 沖縄   | 2.40      | 2.40   | 1.20  | 6.00      |
| 豚     | 全国   | 378       | 782   | 149 | 1,309     |       |      |           |        |       |           |
|       | 北海道  | 0         | 4     | 0   | 4         |       |      |           |        |       |           |
|       | 東北   | 69        | 220   | 42  | 331       |       |      |           |        |       |           |
|       | 関東   | 58        | 89    | 20  | 167       |       |      |           |        |       |           |
|       | 北陸   | 4         | 66    | 15  | 85        |       |      |           |        |       |           |
|       | 東海   | 90        | 71    | 3   | 164       |       |      |           |        |       |           |
|       | 近畿   | 61        | 137   | 32  | 230       |       |      |           |        |       |           |
|       | 中国四国 | 39        | 108   | 16  | 163       |       |      |           |        |       |           |
|       | 九州   | 54        | 83    | 20  | 157       |       |      |           |        |       |           |
|       | 沖縄   | 3         | 4     | 1   | 8         |       |      |           |        |       |           |

平成22年の暑熱被害を平成20年の同時期と比べると、いずれの畜種も平成20年を上回る結果となった。特に東北（豚289頭、肉用鶏166.78千羽が地域別1位）、関東（乳用牛530頭、採卵鶏124.45千羽が地域別1位）における被害が大きかった。（表5－2）

表５－２ 暑熱による家畜の死亡又は廃用頭羽数被害における平成２２年と平成２０年の比較

| (単位：頭) |      |                |                |                       | (単位：千羽) |      |                |                |                       |
|--------|------|----------------|----------------|-----------------------|---------|------|----------------|----------------|-----------------------|
| 畜種・地域  |      | ２２年７～<br>８月（Ａ） | ２０年７～<br>８月（Ｂ） | 対２０年比<br>(A-B)/B×100% | 畜種・地域   |      | ２２年７～<br>８月（Ａ） | ２０年７～<br>８月（Ｂ） | 対２０年比<br>(A-B)/B×100% |
| 乳用牛    | 全国   | 1,791          | 885            | 102%                  | 採卵鶏     | 全国   | 223.79         | 61.89          | 262%                  |
|        | 北海道  | 117            | 19             | 516%                  |         | 北海道  | 3.05           | 0.05           | 6000%                 |
|        | 東北   | 275            | 37             | 643%                  |         | 東北   | 36.12          | 11.58          | 212%                  |
|        | 関東   | 530            | 288            | 84%                   |         | 関東   | 124.45         | 25.64          | 385%                  |
|        | 北陸   | 122            | 58             | 110%                  |         | 北陸   | 17.44          | 1.11           | 1471%                 |
|        | 東海   | 95             | 30             | 217%                  |         | 東海   | 25.67          | 6.44           | 299%                  |
|        | 近畿   | 168            | 110            | 53%                   |         | 近畿   | 4.43           | 5.00           | -11%                  |
|        | 中国四国 | 153            | 114            | 34%                   |         | 中国四国 | 5.40           | 7.54           | -28%                  |
|        | 九州   | 329            | 224            | 47%                   |         | 九州   | 7.24           | 4.53           | 60%                   |
|        | 沖縄   | 2              | 5              | -60%                  |         | 沖縄   | 0.00           | 0.00           | —                     |
| 肉用牛    | 全国   | 416            | 307            | 36%                   | 肉用鶏     | 全国   | 539.44         | 187.36         | 188%                  |
|        | 北海道  | 3              | 2              | 50%                   |         | 北海道  | 59.69          | 0.00           | —                     |
|        | 東北   | 105            | 6              | 1650%                 |         | 東北   | 166.78         | 39.68          | 320%                  |
|        | 関東   | 40             | 46             | -13%                  |         | 関東   | 43.79          | 29.14          | 50%                   |
|        | 北陸   | 8              | 16             | -50%                  |         | 北陸   | 8.18           | 2.22           | 268%                  |
|        | 東海   | 22             | 16             | 38%                   |         | 東海   | 12.54          | 2.39           | 425%                  |
|        | 近畿   | 25             | 17             | 47%                   |         | 近畿   | 29.42          | 18.65          | 58%                   |
|        | 中国四国 | 49             | 35             | 40%                   |         | 中国四国 | 61.00          | 28.69          | 113%                  |
|        | 九州   | 145            | 167            | -13%                  |         | 九州   | 153.26         | 61.20          | 150%                  |
|        | 沖縄   | 19             | 2              | 850%                  |         | 沖縄   | 4.80           | 5.40           | -11%                  |
| 豚      | 全国   | 1,160          | 767            | 51%                   |         |      |                |                |                       |
|        | 北海道  | 4              | 0              | —                     |         |      |                |                |                       |
|        | 東北   | 289            | 107            | 170%                  |         |      |                |                |                       |
|        | 関東   | 147            | 158            | -7%                   |         |      |                |                |                       |
|        | 北陸   | 70             | 11             | 536%                  |         |      |                |                |                       |
|        | 東海   | 161            | 14             | 1050%                 |         |      |                |                |                       |
|        | 近畿   | 198            | 14             | 1314%                 |         |      |                |                |                       |
|        | 中国四国 | 147            | 50             | 194%                  |         |      |                |                |                       |
|        | 九州   | 137            | 332            | -59%                  |         |      |                |                |                       |
|        | 沖縄   | 7              | 81             | -91%                  |         |      |                |                |                       |

平成２２年の８月における地域別の日最高気温３５℃以上の猛暑日及び日最高気温３０℃以上の真夏日は平年（１９７１～２０００年平均値）を大きく上回る状況であった。また、被害の大きかった東北は、平成２０年に比べ７、８月の最高気温の平均が臨界温度を大きく上回る状況にあった。（図１２－１．２）

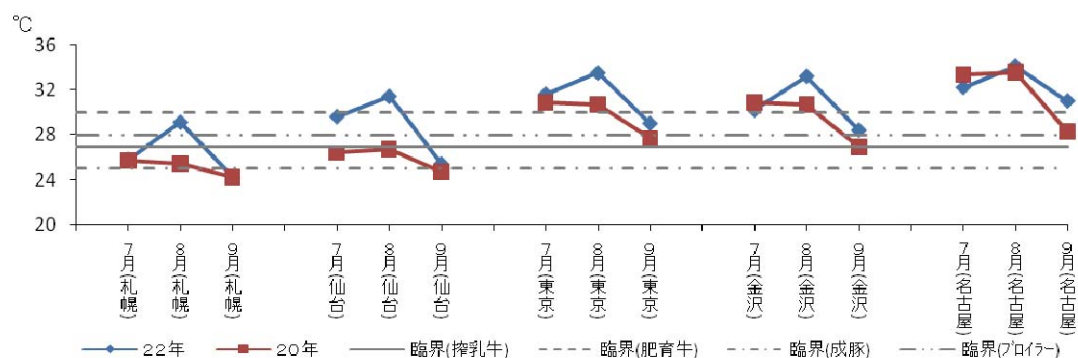


図１２－１ 最高気温の平均と各畜種の臨界温度①

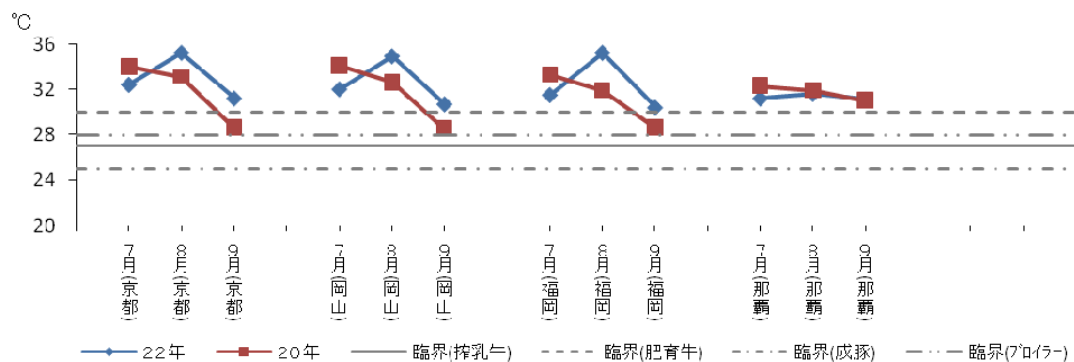


図 1 2 - 2 最高気温の平均と各畜種の臨界温度②

更に、東北主要都市の最高気温の平均を見ると、各都市とも平成 2 0 年に比べ 7、8 月の最高気温の平均が臨界温度を大きく上回ったことが家畜の被害を大きくしたもの と推測された。(図 1 2 - 3)

加えて、他の臨界温度に達した地域と比べ、東北、関東での被害が大きいため、東北、関東での施設における暑熱対策が不十分であった可能性も伺われた。

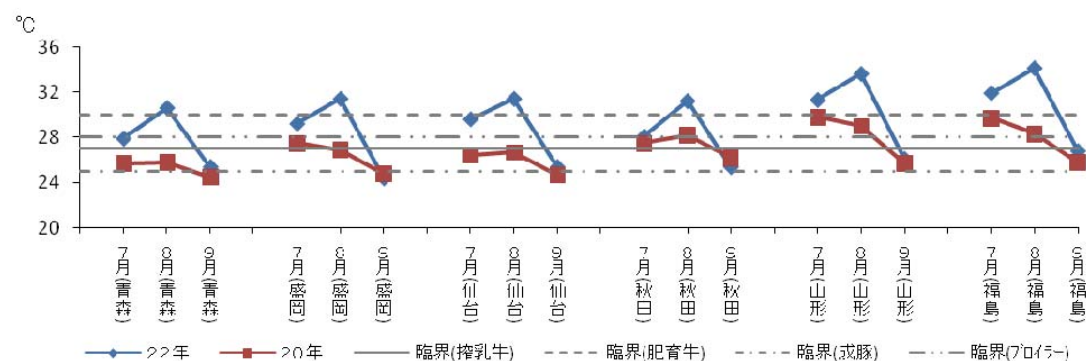


図 1 2 - 3 東北地方の最高気温の平均と各畜種の臨界温度