

海岸稻と盆地稻の種生態学的研究* (第4報)

水稻の幼穂温と冷害不稔に就いて

澁谷紀起**

Toshioki SHIBUYA : Genecological Studies on Coast-rice and Valley-rice. (4) On the Temperature of Young Ear in the Leaf Sheath of Rice Plant and the Sterility Affected by Low Temperature.

さきに第2報及び第3報(山形農林学会報 第1号)に於て、水稻葉鞘内幼穂の温度は、風があるときに上昇し、無風のときに下降するものであることを示した。もし此のことが、水稻の冷害をもたらすが如き低冷な気温の下に於ても起るなら、風は、冷害を回避せしめる1要素となるであろう。

筆者は今回、実際に低温の下に於て、葉鞘内幼穂の温度を測定し、また東北各地昭和16年度(低冷凶作年次)の7月8月の毎日の気温及び低温日の風速又は風力を略調べ得たので、葉鞘内幼穂温を基礎にして、水稻冷害の考察を試み、これを茲に第4報として報告することとした。

穂温測定に当り、御助力いただいた当学部羽根田栄四郎氏に、深く感謝する次第である。

(1) 方法

10月中旬から11月上旬に涉つて、水稻(今田糯及び昭和=号)刈株の茎が再生しているものの中から、適当な株を鉢に揚げ、此の株の葉鞘内幼穂(減数分裂期に相当する幼穂)の部分に、前報と同様に、電位差計式熱電対の針を挿入して、其処の温度を測定した。而して風は既報の如く、旋風器によつて起し、稻株体に向つて送風した。実験は総て室内で行われたので直日射は無かつた。

(2) 結果

1) 気温に変化少なく、然も冷害限界気温(17°C)よりも高温の場合

稻の幼穂發育過程に於て、最も冷害を蒙り易い時期——減数分裂の時期——に於ては、気温が17°C程度なら、これに6日間遭遇することにより(寺尾・大谷・白木・山崎, 1940), また17°C以下ならもつと短時日に於て(酒井, 1937), 冷害——籾数減少と不稔花増大——が惹起されると言われ、従つて17°Cを冷害限界気温と称することとした。

此の場合は第3報の夏季室内実験の結果と略等しい結果となるであろうことは、豫想した所であるが、実験結果は、やはり其の通りで、数回測定のうち1例を示せば第1表の如くである。

第1表によつて、風があれば、幼穂温を上昇せしめることが明らかであるが、今回の実験結果は、夏季高温時に於けるのと少しく異なり、幼穂温が気温を超える時点がなか

*昭和25年度科学研究費による研究

**農学部作物学育種学研究室 (Laboratory of Crop Science and Plant Breeding, Faculty of Agriculture)

Table 1

| Time | Air temp. | Wind velocity m/s | Young ear temp. |
|-------|-----------|----------------------|--------------------|
| 10.35 | 22.6 | 0 | 21.3 |
| 10.40 | 23.1 | 1.6 | 22.5 |
| 10.45 | 23.0 | 1.6 | 22.8 |
| 10.50 | 22.9 | 1.6 | 22.8 |
| 10.55 | 22.6 | 0 | 21.2 |

Table 2

| Time | Air temp. | Wind velocity m/s | Young ear temp. |
|-------|-----------|----------------------|--------------------|
| 12.48 | 7.8 | 0 | 10.9 |
| 12.53 | 18.9 | 1.5 | 18.6 |
| 12.58 | 20.5 | 1.5 | 19.6 |
| 13.03 | 20.5 | 1.5 | 19.5 |
| 13.08 | 20.4 | 0 | 18.2 |
| 13.20 | 12.3 | 0 | 14.5 |
| 13.25 | 19.9 | 1.5 | 18.6 |
| 13.30 | 20.1 | 1.5 | 19.5 |
| 13.35 | 20.3 | 1.5 | 19.7 |
| 13.40 | 17.5 | 1.5 | 17.4 |
| 13.50 | 12.5 | 0 | 13.7 |
| 14.00 | 16.2 | 0 | 17.9 |
| 14.05 | 20.8 | 1.5 | 19.2 |
| 14.10 | 21.5 | 1.5 | 19.6 |
| 14.15 | 22.0 | 1.5 | 19.5 |
| 14.20 | 19.4 | 0 | 18.4 |

Table 3

| Time | Air temp. | Wind velocity m/s | Young ear temp. |
|------|-----------|----------------------|--------------------|
| 6.45 | 18.4 | 0 | 15.8 |
| 6.50 | 18.1 | 3.0 | 17.2 |
| 6.55 | 18.1 | 3.0 | 17.3 |
| 7.00 | 18.0 | 3.0 | 17.5 |
| 7.05 | 17.9 | 0 | 16.0 |
| 7.10 | 17.8 | 0 | 16.1 |
| 7.15 | 17.9 | 3.0 | 17.0 |
| 7.20 | 17.8 | 3.0 | 16.9 |
| 7.25 | 17.8 | 3.0 | 17.0 |
| 7.30 | 17.7 | 0 | 15.8 |

Table 4

| Nov. 1 | | | Nov. 7 | | |
|-----------|----------------------|--------------------|-----------|----------------------|--------------------|
| Air temp. | Wind velocity m/s | Young ear temp. | Air temp. | Wind velocity m/s | Young ear temp. |
| 16.0 | 0 | 14.9 | 12.2 | 0 | 11.0 |
| 16.6 | 1.0 | 15.5 | 11.5 | 1.0 | 11.2 |
| 16.2 | 1.7 | 16.0 | 12.0 | 1.7 | 11.9 |
| 16.3 | 2.0 | 16.0 | 12.4 | 1.8 | 11.9 |
| 16.2 | 2.5 | 16.3 | 12.8 | 2.7 | 12.1 |
| 16.3 | 3.0 | 16.5 | — | — | — |
| 16.3 | 3.3 | 16.8 | — | — | — |

つた.

2) 気温が変化し、然も冷害限界気温 (17°C) 程度の場合

鉢を低温器内に入れて置いて、外部から旋風器によつて温風を送つたので、再生葉鞘の周囲の気温は、観測時毎、急激な変化を示した。此の場合の結果は第2表の通りである。

第2表によれば、有風無風に係わらず、気温 17°C 以上の時の幼穂温は、気温を超えることがないが、気温が、17°C 以下の時(無風)の幼穂温は、気温よりも高い。これは鉢内に湛えた水の比熱が、幼穂温に影響しているものと思われる。

3) 気温に変化少なく、然も冷害限界気温 (17°C) の場合

早朝低温時に於て、前述と同様の方法で、測定した結果は第3表の通りである。

第3表では、気温が低く且つ変化が少いが、全観測時を通じて、幼穂温よりも高く経過した。第3表の気温条件は、冷害をひき起す時の実際場面と、相似たものと見られるのであるが、斯る場合に於ても、風が、幼穂温を上昇せしめることが明かとなつた。

4) 風速が変化する場合

冷害限界気温を遙かに下廻る低

温時に於て、水稻昭和=号の再生葉鞘を用いて、鉢に湛水せず、風速を変化させて測定した幼穂温は、第4表の通りである。

第4表によれば、本実験の風速の範囲内では、風速が大となれば、幼穂温もまた上昇すると言ひ得る。

(3) 考 察

たとえ、気温が 17°C より高い場合でも、その時の幼穂温が 17°C より低いことがあると言う事実及び、風が幼穂温を高めると言う事実は、水稻冷害解析の上に、重要な示唆を与えるものと考えられる。しかも、現在迄の冷害考察資料には採用されなかつたものである。

東北地方の過去数回に涉つて経験された水稻の冷害に於て、第1次的被害として顯著であつた点は、出穂遅延、籾数の減少、不稔籾の多発、であつた。而して、出穂の遅延は、幼穂形成期以前の低温によつて、もたらされ、籾数の減少は、幼穂形成期並に成熟分裂期に於ける低温によつて、もたらされ、不稔籾の多発は、成熟分裂期に於ける低温によつてもたらされたのである。

然るに、本実験によれば、寡照の下では気温が、たとえ 17°C であつても、幼穂温は 17°C よりも低く、此の場合風が吹けば、幼穂温が気温に近づくのであるから、幼穂形成期以後に於ける冷害の原因としての温度は、気温以外に、幼穂温を以て充てるべきと思うし、又、此の場合の冷害回避の主要要素として、風を探り上げねばなるまいと思う。

それ故、昭和16年の東北地方の冷害現象及び気象を、茲に回顧し、果して、風が冷害不稔歩合を軽減したかどうかを見ることにする。

(1) 青森縣内の例

黒石と五所川原との昭和16年7月及び8月の気温は全く相似た推移を示した(附表参照)。然るに昭和16年の水稻冷害調査(山本健吾著：農学研究所報告第2号、昭和17年9月)によれば、陸羽132号の不稔花歩合に於て、黒石27.1%に対し、木造(五所川原の隣り)11.2%で木造の方が、冷害の程度に於て遙かに軽い。両地点(黒石と五所川原)の毎日の風力を見ると(附表参照)、低温來襲時に於て、黒石は風弱く、五所川原は風が強い。即ち、両地点の冷害被害度の軽重と、風の有無乃至強弱とが、相関關係を示すことを知るのである。

(2) 仙台、盛岡、青森の3地点の例

此の3地点の昭和16年7月及び8月の低温來襲時期及び低温の程度は、全く相似たものであつた(附表参照)。然るに、昭和16年の水稻冷害調査(前掲)によれば、陸羽132号の不稔花歩合に於て、岩沼(仙台の近くで、同じ環境)23.5%、盛岡20.2%、西平内(青森の近く)が15.5%で、低緯度の岩沼の冷害被害度が最も大で、高緯度の西平内の其れが最も軽い。斯る一見不可思議な事実と、3地点の毎日の風速とを比較対照すれば、仙台最も風弱く、盛岡之に次ぎ、青森が最も風が強くて仙台の約3倍であつた事から、此処にも冷害被害の軽重と風速の大小との間に、相関關係があることが解る。尤も、たとえ期を同じくして、同様程度の低温が來襲したとしても、幼穂の発育状態が違つていれば、低温に対する感応度が相異し、従つて被害度も異なつて來るはずである。

(4) 結 言

寡照の下では、気温が、たとえ 17°C を上廻つていても、葉鞘内幼穂温は 17°C を下つ

ており、且つ此の場合に、葉鞘に風が当れば、幼穂温が上昇して気温に近付くこと、並に風速が大となれば、幼穂温もまた一層上昇し得ることを知り、水稻冷害の原因としての温度は、幼穂形成期以後に於ては、気温や水温以外に、幼穂温をも採り上げるべき事を提唱すると同時に、風が実際に冷害回避の要素となつてゐることを、昭和16年の冷害凶作年次に遡つて、2例を挙げて実証し、風速が大なる場面に於ては、幼穂温が高くなるから、不稔花歩合が小となるのであると述べた。

附言しなければならぬことは、昭和16年7月及び8月の八戸市及び其の附近の、毎日の平均風速が、可成り大であつたにも係らず、陸羽132号が100%不稔と言う激甚な被害を示した事である。此処の此の時期の気温を見れば、極度の低温が連日続いているのである。それ故、冷害を將に起そうとする限界の気温というものを考え、此の限界気温(本文に於て、仮に 17°C とした)を、遙かに下廻るが如き低温が長く続くような極端な場合には、風が吹いても、風によつて、冷害不稔を、まぬかれしめることは出来ないものと見られる。

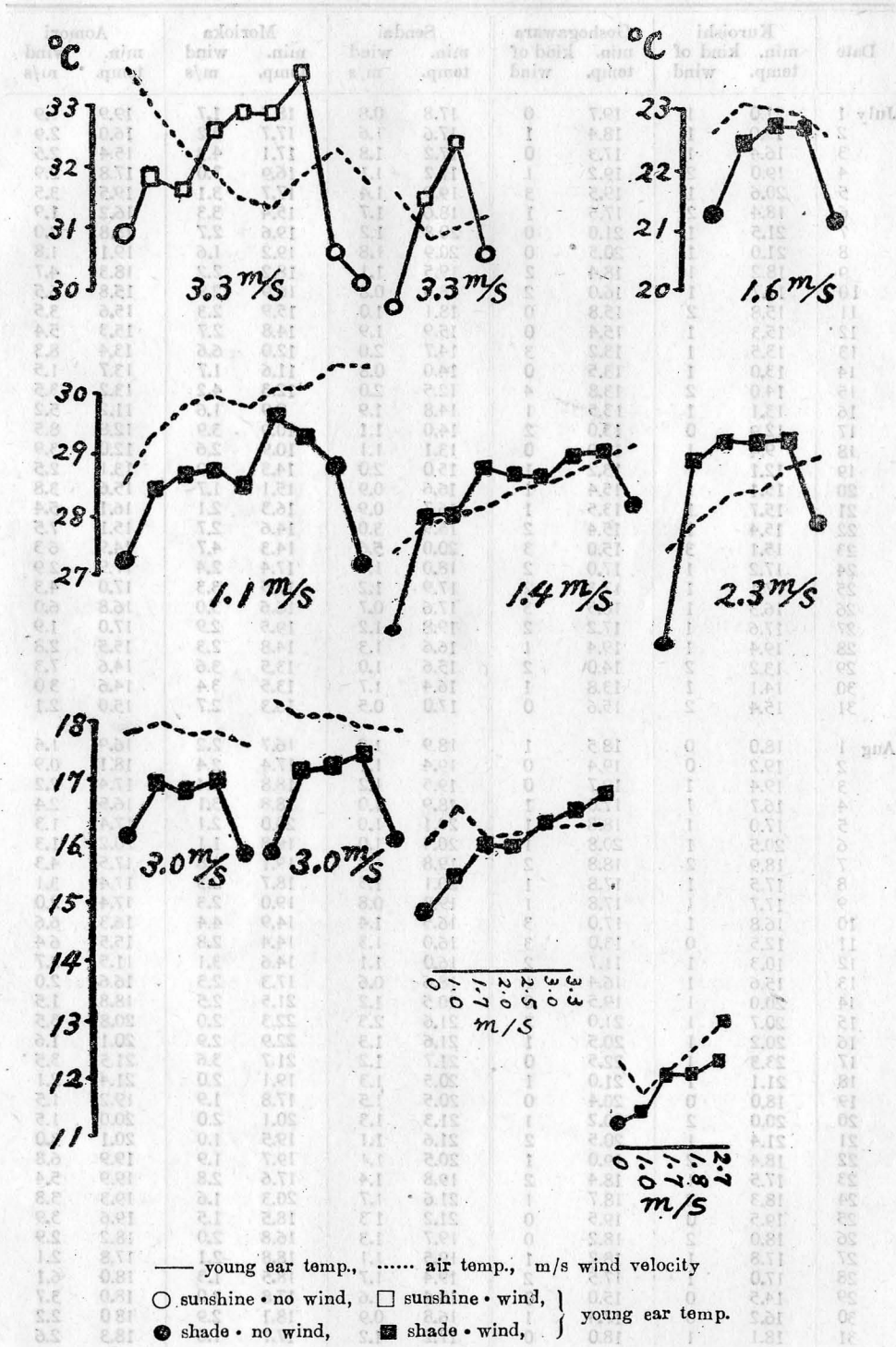
参 考 文 献

- 1) 酒井寛一: 低温による稻の小孢子形成細胞分裂の阻害 日. 作. 紀. 11 (2), 1937
- 2) 澁谷紀起: 海岸稻と盆地稻の種生態学的研究 第1~3報 山形農林学会報 1, 1951
- 3) 寺尾 博・大谷義雄・白木 実・山崎正枝: 水稻冷害の研究 II 幼穂发育上の各期に於ける低温障害 日. 作. 紀. 12 (3) 1940
- 4) 山本健吾: 昭和16年に於ける水稻冷害調査 農学研究所報告 2, 1942

Summary

- 1) The temperature of young ear in the leaf sheath of rice plant was experimentally observed by the present author.
- 2) The temperature of the ear was lower than the air-temperature whenever there was no irrigated water, no sunshine, nor wind, but if the wind was blowing, the temperature of the ear rose up near to the air-temperature.
- 3) The fact as above mentioned suggests that the crop failure caused by the occurrence of unseasonable low temperature could be somewhat prevented in a breezing weather.
- 4) In 1941, Goshogawara and Kuroishi in Aomori Prefecture had the same conditions of weather except daily wind velocities. In Goshogawara the percentage of sterile panicles under low temperature was less than in Kuroishi owing to the higher wind velocity.
- 5) Sendai, Morioka, and Aomori had the same weather conditions except daily wind velocities in 1941; the wind velocities were low in Sendai, medium in Morioka and high in Aomori. There could be found a negative correlation between the daily wind velocities and the percentage of sterile panicles.
- 6) It seems that the wind would be a factor to lighten the crop failure — the sterility of rice panicles — caused by the unseasonable low temperature.

Appendix 1. Figures of Young-Ear Temp. Affected by Wind (including 1st reports)



山形大学紀要 (農学篇) 第2号

Appendix 2. Table 5. Weather of Tōhoku Region (1941)

| Date | Kuroishi | | Goshogawara | | Sendai | | Morioka | | Aomori | |
|--------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | min. temp. | kind of wind | min. temp. | kind of wind | min. temp. | wind m/s | min. temp. | wind m/s | min. temp. | wind m/s |
| July 1 | 21.0 | 1 | 19.7 | 0 | 17.8 | 0.8 | 18.7 | 1.7 | 19.9 | 1.9 |
| 2 | 19.0 | 1 | 18.4 | 1 | 17.6 | 1.6 | 17.7 | 3.2 | 16.0 | 2.9 |
| 3 | 16.4 | 1 | 17.3 | 0 | 17.2 | 1.8 | 17.1 | 4.3 | 15.4 | 2.5 |
| 4 | 19.0 | 2 | 19.2 | 1 | 17.2 | 1.1 | 16.9 | 3.0 | 17.8 | 2.9 |
| 5 | 20.6 | 1 | 19.5 | 3 | 19.9 | 1.4 | 17.7 | 3.1 | 19.5 | 3.5 |
| 6 | 18.4 | 2 | 17.5 | 1 | 18.6 | 1.7 | 15.4 | 3.3 | 16.2 | 1.9 |
| 7 | 21.5 | 1 | 21.0 | 0 | 20.8 | 1.2 | 19.6 | 2.7 | 18.8 | 2.0 |
| 8 | 21.0 | 1 | 20.5 | 0 | 20.9 | 1.8 | 19.2 | 1.6 | 19.1 | 1.8 |
| 9 | 18.2 | 1 | 18.4 | 2 | 19.5 | 1.1 | 18.2 | 2.2 | 18.3 | 4.7 |
| 10 | 17.7 | 1 | 16.0 | 2 | 18.3 | 0.8 | 16.9 | 2.9 | 15.8 | 6.5 |
| 11 | 15.8 | 2 | 15.8 | 0 | 18.1 | 1.0 | 15.9 | 2.3 | 15.6 | 3.5 |
| 12 | 15.3 | 1 | 15.4 | 0 | 15.9 | 1.9 | 14.8 | 2.7 | 15.3 | 5.4 |
| 13 | 13.5 | 1 | 13.2 | 3 | 14.7 | 2.0 | 12.0 | 6.6 | 13.4 | 8.3 |
| 14 | 13.0 | 1 | 13.5 | 0 | 14.0 | 0.8 | 11.6 | 1.7 | 13.7 | 1.5 |
| 15 | 14.0 | 2 | 13.8 | 4 | 12.5 | 2.0 | 12.3 | 4.2 | 13.2 | 3.5 |
| 16 | 13.1 | 1 | 13.5 | 1 | 14.8 | 1.9 | 9.9 | 1.6 | 11.2 | 5.2 |
| 17 | 12.9 | 0 | 13.0 | 2 | 14.0 | 1.1 | 10.9 | 3.9 | 12.8 | 8.5 |
| 18 | 9.4 | 1 | 10.9 | 0 | 13.1 | 1.1 | 10.9 | 2.6 | 12.0 | 3.9 |
| 19 | 12.1 | 1 | 13.2 | 1 | 15.0 | 2.0 | 14.3 | 2.9 | 13.1 | 2.5 |
| 20 | 15.1 | 1 | 15.4 | 1 | 16.6 | 0.9 | 15.1 | 1.7 | 15.6 | 3.8 |
| 21 | 15.7 | 1 | 13.5 | 1 | 16.7 | 0.9 | 16.3 | 2.1 | 16.1 | 5.4 |
| 22 | 15.4 | 1 | 15.4 | 2 | 15.9 | 3.0 | 14.6 | 2.7 | 15.1 | 7.5 |
| 23 | 15.1 | 3 | 15.0 | 3 | 20.0 | 5.6 | 14.3 | 4.7 | 14.9 | 6.3 |
| 24 | 17.2 | 1 | 17.0 | 2 | 18.0 | 1.7 | 17.4 | 2.4 | 17.9 | 2.9 |
| 25 | 17.1 | 1 | 17.3 | 2 | 17.9 | 1.2 | 17.5 | 3.3 | 17.0 | 4.3 |
| 26 | 16.3 | 1 | 16.5 | 3 | 17.6 | 0.7 | 16.6 | 3.0 | 16.8 | 6.0 |
| 27 | 17.6 | 1 | 17.2 | 2 | 19.8 | 1.2 | 19.5 | 2.9 | 17.0 | 1.9 |
| 28 | 19.4 | 1 | 19.4 | 1 | 16.6 | 1.3 | 14.8 | 2.3 | 15.5 | 2.8 |
| 29 | 13.2 | 2 | 14.0 | 2 | 15.6 | 1.0 | 13.5 | 3.6 | 14.6 | 7.3 |
| 30 | 14.1 | 1 | 13.8 | 1 | 16.4 | 1.7 | 13.5 | 3.4 | 14.6 | 3.0 |
| 31 | 15.4 | 2 | 15.6 | 0 | 17.0 | 0.5 | 16.3 | 2.7 | 15.0 | 2.1 |
| Aug 1 | 18.0 | 0 | 18.5 | 1 | 18.9 | 1.2 | 16.7 | 2.2 | 16.9 | 1.6 |
| 2 | 19.2 | 0 | 19.4 | 0 | 19.4 | 1.1 | 17.4 | 2.4 | 18.1 | 0.9 |
| 3 | 19.4 | 1 | 19.7 | 0 | 19.5 | 1.2 | 18.8 | 1.4 | 17.4 | 2.2 |
| 4 | 16.7 | 1 | 17.0 | 1 | 18.9 | 1.0 | 18.8 | 3.1 | 16.5 | 2.4 |
| 5 | 17.0 | 1 | 18.8 | 1 | 20.1 | 1.0 | 20.0 | 2.1 | 17.4 | 1.3 |
| 6 | 20.5 | 1 | 20.8 | 1 | 20.4 | 1.0 | 19.8 | 1.1 | 20.2 | 1.3 |
| 7 | 18.9 | 2 | 18.8 | 2 | 19.8 | 1.3 | 19.1 | 1.8 | 17.5 | 4.3 |
| 8 | 17.5 | 1 | 17.8 | 1 | 20.1 | 1.5 | 18.7 | 2.3 | 17.4 | 3.1 |
| 9 | 17.7 | 1 | 17.8 | 1 | 19.8 | 0.8 | 19.0 | 2.3 | 17.4 | 2.0 |
| 10 | 16.8 | 1 | 17.0 | 3 | 16.5 | 1.4 | 14.9 | 4.4 | 16.3 | 6.6 |
| 11 | 12.5 | 0 | 13.0 | 3 | 16.0 | 1.3 | 14.4 | 2.8 | 15.5 | 6.4 |
| 12 | 10.3 | 1 | 11.7 | 2 | 16.0 | 1.1 | 14.6 | 3.1 | 11.5 | 2.7 |
| 13 | 15.6 | 1 | 16.4 | 1 | 18.6 | 0.6 | 17.3 | 2.3 | 16.6 | 2.0 |
| 14 | 20.0 | 1 | 19.5 | 0 | 20.5 | 1.2 | 21.5 | 2.5 | 18.8 | 1.5 |
| 15 | 20.7 | 1 | 21.0 | 2 | 21.6 | 2.3 | 22.3 | 2.0 | 20.8 | 3.5 |
| 16 | 20.2 | 1 | 20.5 | 1 | 21.6 | 1.3 | 22.9 | 2.9 | 20.1 | 1.6 |
| 17 | 23.3 | 1 | 22.5 | 0 | 21.7 | 1.2 | 21.7 | 3.6 | 21.5 | 3.5 |
| 18 | 21.1 | 1 | 21.0 | 1 | 20.5 | 1.3 | 19.1 | 2.0 | 21.4 | 2.1 |
| 19 | 18.0 | 0 | 20.4 | 0 | 20.5 | 1.5 | 17.8 | 1.9 | 19.2 | 1.5 |
| 20 | 20.0 | 2 | 20.2 | 1 | 21.3 | 1.3 | 20.1 | 2.0 | 20.0 | 1.5 |
| 21 | 21.4 | 1 | 20.5 | 2 | 21.6 | 1.1 | 19.5 | 1.0 | 20.1 | 3.0 |
| 22 | 18.4 | 2 | 19.0 | 1 | 20.5 | 1.1 | 19.7 | 1.9 | 19.9 | 6.8 |
| 23 | 17.5 | 1 | 18.4 | 2 | 19.8 | 1.4 | 17.6 | 2.8 | 19.9 | 5.4 |
| 24 | 18.3 | 2 | 18.7 | 1 | 21.6 | 1.7 | 20.3 | 1.6 | 19.3 | 3.8 |
| 25 | 19.5 | 0 | 19.5 | 0 | 21.2 | 1.3 | 18.5 | 1.5 | 19.6 | 3.9 |
| 26 | 18.0 | 2 | 18.2 | 0 | 19.7 | 1.3 | 16.8 | 2.0 | 18.2 | 2.9 |
| 27 | 17.8 | 1 | 18.2 | 1 | 19.5 | 1.1 | 18.8 | 2.1 | 17.8 | 2.1 |
| 28 | 17.0 | 1 | 17.5 | 2 | 19.4 | 1.7 | 18.5 | 1.3 | 18.0 | 6.1 |
| 29 | 14.5 | 0 | 15.0 | 0 | 18.4 | 1.6 | 17.8 | 2.0 | 18.0 | 3.7 |
| 30 | 16.2 | 0 | 17.4 | 1 | 16.8 | 0.9 | 18.1 | 2.9 | 18.0 | 2.2 |
| 31 | 18.1 | 1 | 18.0 | 0 | 17.2 | 1.2 | 17.7 | 1.0 | 18.3 | 2.6 |