

暑熱ストレスに強い乳牛づくり、オーストラリアの遺伝的アプローチ

暑熱耐性育種価(ABV)で進める温暖化対策

地球温暖化に伴う気温上昇により、乳牛の暑熱ストレスは、すでに日本の酪農現場でも無視できない課題になっている。オーストラリアでは世界に先駆けて「暑熱耐性オーストラリア育種価(Heat Tolerance Australian Breeding Value [ABV])」と呼ばれる遺伝的指標が、酪農業界団体デーリー・オーストラリアの資金提供により、遺伝子分析会社データ・ジーンとビクトリア(VIC)州の農業研究機関アグリカルチャー・ビクトリアによって開発され、2017年に公開された。世界初の暑熱ストレス指標として注目を集めている暑熱耐性 ABV の活用状況と今後の展開について、デーリー・オーストラリアで暑熱ストレス対策を担当している National Animal Health & Welfare Lead のステファニー・ブレン氏に聞いた。



ステファニー・ブレン氏

暑熱耐性 ABV とは(仕組みと意味)

乳牛の生産性は、温度が 25℃を超えてくるあたりから低下し始めます。最初の兆候は乳量が減ることです。牧草や飼料を食べる量が減り、牧草地を歩き回ったり餌を食べたりせずに、日陰で休んでいることが多くなります。乳牛は、反すう動物で繊維質の粗飼料を食べており、その分解過程でかなりの熱が発生します。それが、暑さの中で食事の摂取量が減る理由の一つでもあります。

暑熱耐性 ABV は、飼育されている乳牛がどれくらい暑さと湿度に耐えられるかを数値化したものです。例えば暑熱耐性 ABV が 105 の場合、平均の乳牛よりも 5%暑さに耐性があり、高温環境にさらされた時に、乳生産の

減少が平均的な牛より少なくなります。これが暑熱耐性 ABV の仕組みです。

オーストラリアでは約 90%の酪農場が人工授精を採用しており、種雄牛の精液を通して、遺伝子をさまざまな能力に基づいて選べます。暑熱耐性は、新しい指標として、農場の乳牛の牛群で暑さ対策を優先すべき場合に選択できるようになっています。

開発の経緯と関係機関

オーストラリアには、データ・ジーンという酪農業界の遺伝子評価を行っている会社があり、同分野で非常に重要な役割を果たしています。データ・ジーンはオーストラリア育種価評価システムを運営しており、牛の遺伝子进行分析する事業を行っています。遺伝的評価を支える研究を行っているアグリカルチャー・ビクトリアと非常に密接に連携しており、新しい育種価の開発を行っています。

暑熱耐性 ABV は、元々、デーリー・オーストラリアとガーディナー財団の資金提供の下、アグリカルチャー・ビクトリアに在籍していたトウイ・ユエン(Thuy Nguyen)氏(現在はデータ・ジーン勤務)が開発し、その後の商業化はデータ・ジーンが手掛けています。デーリー・

オーストラリアはデータ・ジーンの事業を支援するために資金提供をしているほか、酪農家向けの研修プログラムの運営や、暑熱ストレス管理に関する酪農家向けのリソースや教材を開発しています。

現場での対策と暑熱耐性 ABV の役割

暑熱耐性 ABV は、暑熱ストレスを軽減させるパズルの一部に過ぎません。暑熱耐性 ABV の遺伝率は約 13%~17%とされ、最大でも、個体差の 20%が遺伝的要因によるものです。残りの部分は牛の飼養管理方法に依存しており、こうした環境要因が暑熱ストレス対策の大部分を占めると言えます。

デーリー・オーストラリアでは「クール・カウズ」(*1, *2)という暑熱ストレス管理のプログラムを実施しており、A4 サイズの冊子に遺伝学や飼料戦略、インフラ整備など、現在の知識や研究をすべてまとめています。またホストとなる酪農場を見学して日陰やスプリンクラーの設置方法などを学ぶワークショップも実施しており、2023 年後半にワークショップを刷新してから 150 人の酪農家が受講しています。

暑熱ストレスについては、気温と湿度を組み合わせた温湿度指数 (THI) で気温と湿度と一緒に考慮し、それに基づいてどれくらいの期間、乳牛が熱ストレスにさらされるかを推定します。

それによると、クイーンズランド (QLD) 州の乳牛は約 300 日も暑熱ストレスにさらされていることになります。一方、南にあるタスマニア (TAS) 州では約 30 日です。そのため、QLD 州のようにほぼ 1 年中暑熱ストレスにさらされている場所では日陰のための構造物を設置するのが合理的ですが、TAS 州のような比較的涼しい地域の酪農家でも低コストな暑熱ストレス軽減策を導入すべきです。蒸発冷却効果

を活用して、牛舎にスプリンクラーを設置することも効果的です。そうすることで、暑い 30 日の期間でも乳牛が牧草地を歩き回ることが可能となります。

オーストラリアの乳牛の暑熱耐性 ABV の数値設定

オーストラリアの乳牛における暑熱耐性 ABV は、基準値 100 に対し、全体の 50%が 100 より上で、50%が下になるよう設定されています。数値が高ければ高いほど、平均的な牛よりも暑さに強いという意味です。こうした数値設定としている理由の一つは、遺伝的改良によって変化を起こすには多様性が必要だからです。

ただ、同時にオーストラリアの乳牛の中には、平均よりも暑熱耐性 ABV が低い乳牛がたくさんいるということにもなります。そのような乳牛たちは、QLD 州や NSW 州の、特に放牧主体の飼育システムには向いていません。こうした地域では、暑熱耐性 ABV が基準値 100 を超える乳牛をもっと増やす必要があります。

暑熱耐性 ABV と生産性・繁殖のバランス

選択する指標を増やせば増やすほど、すべての指標で優れている乳牛の数は減っていきます。

種雄牛の情報が検索できるオーストラリアの「グッド・ブルズ」アプリで、娘牛の乳量が多く、繁殖能力も暑熱耐性も高い種雄牛を選ぼうとすると、最終的にリストに残る牛は少なくなります。

「グッド・ブルズ」アプリにおける暑熱耐性 ABV 以外の指標

暑熱耐性 ABV は、1 つの指標に過ぎませ

ん。種雄牛の選定基準に追加する項目が増えるほど、それぞれの項目における改良は遅くなります。酪農家の利益を考えると、効率的に乳を生産する牛や繁殖能力が高い牛が重要となるので、それが暑熱耐性 ABV の採用速度が遅い理由でもあります。

暑熱耐性 ABV の高い種雄牛を選定して、牛群全体の暑熱耐性を高めるには長期間を要しますが、利点としては、暑熱耐性 ABV が高い種雄牛の精液は他の種雄牛と比べてもさほど高価ではないことです。

ただし、暑熱耐性 ABV の高い雌牛は、暑くない時期には平均的な牛よりも乳量が少ない傾向があることが分かっています。酪農家が乳量と暑熱耐性の両方で遺伝的に優れた種雄牛と雌牛の個体を選べるように支援することが重要です。

Health ABVs	
Survival	110 Rel. 59%
Cell Count	185 Rel. 69%
Mastitis Resistance	112 Rel. 55%
Daughter Fertility	113 Rel. 61%
Heat Tolerance	109 Rel. 48%

「グッド・ブルズ」アプリで検索したとある種雄牛の暑熱耐性 ABV(赤枠)。

Rel. (Reliability):「実際にその牛の本当の能力をどれくらい正確に反映しているか」を示す信頼性指標。個体情報に基づき算出される。

暑熱耐性 ABV を考慮する際に、種雄牛と雌牛のどちらを重視するか

種雄牛の選定は牛群全体に影響が及ぶ可能性がある一方、個々の雌牛は数頭の子牛を産む程度であり、牛群全体に与える影響は

少ないので、オーストラリアでは種雄牛の選定によって牛群改良を進めることが推奨されています。

ただし、雌牛の方も、娘牛が生まれた時にできるだけ早くゲノム検査を実施して、どの個体を後継として残すかを早期に判断するように勧めています。これにより、雌牛側にも選抜圧をかけられます。雌牛もゲノム検査を通じた改良を進めていきたいと考えています。

酪農家が考える遺伝特性の優先順位

デーリー・オーストラリアが、今年、データ・ジーンに委託して実施した酪農家や繁殖改良会社に対する大規模な聞き取り調査によると、酪農家が最も重視する遺伝的能力は、やはり乳脂肪分や乳タンパク質であり、次いで、繁殖能力、そして乳房炎などの疫病に対する耐性と回復力でした。

オーストラリアの酪農家にとって、暑熱耐性の優先順位は高くありません。しかし、QLD 州や NSW 州北部の暑い地域にいる酪農家は、暑熱耐性を重視した繁殖に興味を示しています。重要な点は、日本の酪農家にも関係があると思いますが、遺伝子の選択は直ちに効果が現れるものではなく、時間がかかる点です。暑熱ストレスに対する遺伝的耐性を高めるのには時間がかかります。

しかし、一度その遺伝的改良を進めると、その成果は蓄積され、永続的なものとなります。つまり、暑熱耐性を選択し始めるのが早ければ早いほど、今後、急速な温暖化が進展しても、その酪農場の牛群は変化に対してより準備が整っているということになります。

農家の暑熱耐性 ABV 利用状況(現状と課題)

デーリー・オーストラリアが今年初めて行っ

た暑熱耐性 ABV の利用状況に関する調査では、暑い地域(NSW 州や QLD 州)でも、積極的に利用している酪農家は約 30%にとどまっています。

暑熱耐性 ABV がデータ・ジーンによって公開された 2017 年から、まもなく 10 年になります。より多くの酪農家に暑熱耐性 ABV を知ってもらい、活用してもらう余地はまだあると思います。

酪農家があまり積極的でない理由は、おそらく「暑熱耐性と乳量との逆相関関係」にあると思います。「暑熱耐性の高い牛を繁殖させましょう。でも乳量は下がりますよ」と言われたら、酪農家にとってはかなりネガティブな印象になります。

このため、「暑熱耐性も高く、乳量も高い」牛を選ぶように支援することが非常に大切です。そのような選択ができるようにサポートすることで、乳量への影響も最小限に抑えられます。暑熱ストレスに強くて、乳量も優れている牛。これが理想的ですし、その目標に向けて、酪農家への支援をもっと強化すべきだと思っています。

暑熱耐性 ABV 精液の普及と精液価格の予想

多くの遺伝的能力を総合的に評価した「Balanced Performance Index (BPI)」で精液の価格を比較してみても、BPI が高い種雄牛と低い種雄牛の価格差はあまり大きくありません。その理由は、酪農家ごとに優先する指標が異なるからです。

オーストラリアでの精液の価格を左右する主な要因は、需要よりも供給状況です。種雄牛が健康で精液を採取できる場合は市場に多く供給できるので、多くの酪農家が暑熱耐性 ABV の高い種雄牛の精液を購入したいと

思っても、価格はそれほど変動しないはずです。

普及・啓発の今後の方針

デーリー・オーストラリアでは、最近、今後 5 年間の戦略(2025 年～2030 年)を見直し、「暑熱ストレス対策の改善」が「牛群の生産性向上」という戦略的目標の一部になっています。その主要な成果指標(KPI)のひとつが、「暑熱耐性 ABV を採用している酪農家の数」であり、採用率を現在の 30%から 50%に引き上げることを目標にしています。それだけ私たちにとっては優先順位の高い指標なのです。

暑熱耐性 ABV の普及障壁と導入上の課題

普及上の一番大きな障壁は、農家に良く知られていないことです。

しかし、暑熱耐性 ABV は導入が非常に簡単です。「グッド・ブルズ」アプリで詳細が分かりますし、暑熱耐性の高い種雄牛だからといって、特別なコストがかかるわけではありません。ほとんどの酪農家は年に 1～2 回精液をまとめて購入しているので、その時に「暑熱耐性 ABV が 100 以上」を意識してもらえたら十分です。

したがって、酪農家に「どれだけ簡単に効果があるか」を伝えて、精液や種雄牛を選ぶ時に、毎回暑熱耐性 ABV を思い出してもらるように働きかけていくことが大切です。酪農家と一緒に働く人たち、獣医師や遺伝子会社の担当者たちが、酪農家をサポートすることも重要かもしれません。つまり、すべてを酪農家だけに任せるのではなく、一緒に支える体制が必要ということです。

研究の継続と精度向上の方向性

暑熱耐性 ABV の導入についてはすでに効

果が認められていますが、もっと信頼性を高めるための研究も進められています。他の国々でも、特定の遺伝子マーカーなどを育種価に追加して、さらに精度を高めるといった取り組みも行われています。そうした技術を取り入れることで、より暑熱に強い個体を見つけやすくなるかもしれません。

私たちもそのような技術には関心がありますが、まず最優先にしたいのは、すでにあるこの優れた暑熱耐性 ABV を酪農家にしっかり使ってもらうことです。つまり、今あるツールの普及・活用を進めることを第一の目標としています。

海外での検証と普及の状況

アメリカでは、オーストラリアの暑熱耐性 ABV を検証する取り組みが行われており、すでに暑熱耐性 ABV がうまく機能していることが確認できています。他国もオーストラリアの取り組みに注目しており、それぞれの国の気候で暑熱耐性 ABV が有効かどうかを検証しています。日本もそうなることを願っています。オーストラリアで遺伝評価が行われている種雄牛の精液が日本で入手可能であれば、導入は非常に簡単です。日本の酪農家も、オーストラリアの育種価を参考にいただければと思います。

*参考資料:

- 1) <https://www.dairyaustralia.com.au/en/resource-repository/2023/08/11/feeding-cool-cows-research-fact-sheets>
- 2) <https://dair-p-001.sitecorecontenthub.cloud/api/public/content/163ac1bed1d4468b9bc0d590c9e2ad5e?v=4d4397c2>

(資料閲覧期間: 2025 年 7 月 1 日
~10 月 24 日)

(取材日: 2025 年 10 月 14 日)

(取材執筆: オーストラリア在住
米山 亜里沙)