



東北大学

2012 年 5 月 16 日

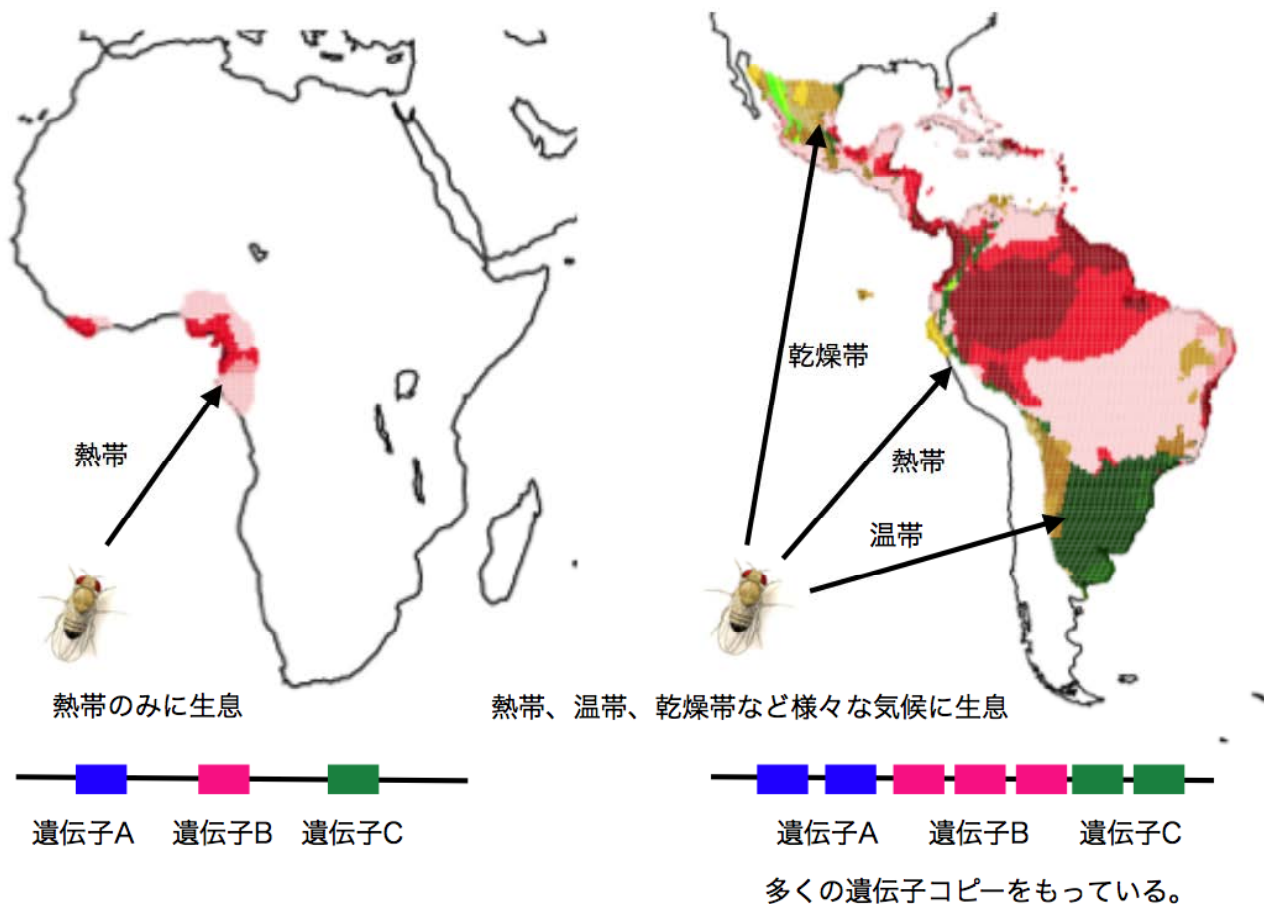
東北大学大学院生命科学研究科

生物を環境変化に強くする遺伝子群
～ゲノム解析で解明、保全の新アプローチに期待～

概要

地球上には300万から500万種の生物が様々な環境に生息し、種によって生息できる環境の幅が異なります。たとえば、同じネズミ仲間の生物の間でも、ハツカネズミのように熱帯から温帯の世界の広い地域に草地、田畑、河原、土手、荒れ地、砂丘や人家など多様な環境に生息している種がいるのに対し、砂漠という特定の環境にしか生息していないトビネズミなどもあります。特定の環境にしか生息できない種は、地球温暖化などの環境変化に対して大きな影響を受けるのに対し、多様な環境に生息できる種は、新しい環境や変動する環境にも耐えることが容易だと思われます。しかし、多様な環境に適応できる能力はどういうメカニズムで生まれるのかは、実はほとんど分かっていません。東北大学大学院生命科学研究科生物多様性進化分野の牧野能士助教と河田雅圭教授は、このたび、あるタイプの遺伝子の数の違いがこの能力差を決めるカギになっている可能性をショウジョウバエの研究で突き止めました。牧野助教らは、ショウジョウバエ11種のゲノム上にある「重複遺伝子」(注1)の数を比べ、それぞれの種の生息環境の多様性が大きいほど重複遺伝子数が多いこと発見しました。現在、気候変動などによる環境の急変で絶滅する生物が増えることが懸念されており、生物の保全計画の策定は世界的に急務となっています。どのような生物種が環境の変化に弱いのかを事前を知ることは保全の優先順位を考える上で重要ですが、環境変化への強さを測る指標はこれまでなく、実際は不可能でした。今回の研究結果は重複遺伝子数がこの指標に利用できる可能性を示しており、実用化できれば全く新しいアプローチで科学的に生物保全を進められることが期待できます。

(注1)重複遺伝子: 一つの遺伝子がコピーされて二つの遺伝子になることを遺伝子の重複といい、重複してできた遺伝子を重複遺伝子と呼びます。遺伝子の重複は頻繁に起きていて、例えばヒトの全遺伝子の70%以上が重複遺伝子です。重複により全く同じ機能を持った二つの重複遺伝子ができるため、片方の重複遺伝子の機能が消失したり低下したりしても生命活動には支障をきたしません。通常、遺伝子の機能を壊すような突然変異が生じると病気になってしまいますが、重複遺伝子は低リスクで突然変異を貯めることができるのです。また、突然変異は希に新しい機能を持った遺伝子を生み出しますが、突然変異を貯める事ができる重複遺伝子ではその確率が高くなります。このように遺伝子重複は、遺伝的多様性(遺伝的変異)を高め、新しい機能を作り出すなど生物の進化に重要な役割を果たしていると考えられています。



研究内容

(背景)

生物は様々な環境に生息していますが、生息分布域は種によって大きく異なります。例えばショウジョウバエ属の種は近縁種であっても生息範囲や生息環境が大きく異なっています(図1)。生息分布域の決定には温度や湿度といった環境要因や海や山といった地理的障害の他に、遺伝的な要因も重要だと考えられていますが、その詳細は分かっていません。

遺伝子は我々のからだの設計図で、遺伝子機能を壊すような突然変異が生じると病気になってしまいます。一方で、スベアの遺伝子を持つ重複遺伝子(注1)は、機能を低下させることなく突然変異を蓄積することができます。突然変異を蓄積していくと希に新しい遺伝子機能が生じることもありますので、遺伝的な多様性(遺伝的変異)を高めることは、遺伝子機能の多様性を高めることに繋がります。そこで我々は、重複遺伝子を多くもつ生物種ほど様々な環境に生息できるのではないかと考えました。

(方法)

ゲノム情報が解読された種が豊富なショウジョウバエ属に着目し、生息環境多様性と遺伝子重複数の関係を調べました。全ゲノム配列が既知のショウジョウバエ属11種の生息分布情報を文献から取得し(図1)、その生息分布域の環境多様性を生息範囲の中にどれくらい多様な植生が含まれているか、どのような温度範囲に生息しているのかといった気象データを用いて推定しました。また、上記ショウジョウバエ属11種の全遺伝子配列をデータベースよ

り取得し、遺伝子間の配列の類似性に基づいて重複遺伝子を同定しました。その後、全遺伝子の中に含まれる重複遺伝子の割合を求めました。

(結果)

ショウジョウバエ属11種の生息環境多様性と重複遺伝子の割合の関係を調べたところ、強い正の相関があることが分かりました(図2A)。このことは重複遺伝子が生息環境の決定に強く寄与していることを示しています。近縁種(系統的に似ている種)は、同じような性質を持つ事が知られているため、系統間の距離の影響を排除した上で生息環境多様性と重複遺伝子の割合の関係も調べました。その結果、系統的制約排除後も同様な結果が得られました(図2B)。また、重複遺伝子の割合の種間差は、新たな重複による重複遺伝子の増加ではなく、生息環境多様性の低い種で重複遺伝子が消失しているためだということも分かりました。このことは、多様性の低い環境へ生息域がシフトした種では、遺伝子にかかる選択圧が変化して重複遺伝子を維持できなくなることを示しています。

(今後の展望)

上記結果は、「重複遺伝子をゲノム中にどの程度もつのか」という種の遺伝的構造が、多様な生息環境への適応能力と関係していることを示した初めての研究となりました(表1)。これまでは、どのような生物種が環境の変化に弱いのかを事前に知ることは困難でしたが、今後、ショウジョウバエでなく他の動物や植物においても同様な結果が得られれば、重複遺伝子は生物が持つ適応能力を知る重要な指標となるでしょう。重複遺伝子を調べることで種の環境変化に対する弱さ(脆弱性)や強さ(侵略性)を測ることが可能になれば、全く新しいアプローチによる外来種問題や生物保全への取り組みが期待できます(表1)。

表1. 研究成果まとめ

	生息環境多様性	重複遺伝子	環境変化に対する反応
	高い	多い	研究成果: 重複遺伝子を多く持つ種ほど環境変化に強い。
	低い	少い	
	不明	多い 予測	侵入先で外来種として定着する可能性あり、要注意
	不明	少い 予測	環境変化に弱い可能性あり、保全対象として検討すべき

図の説明

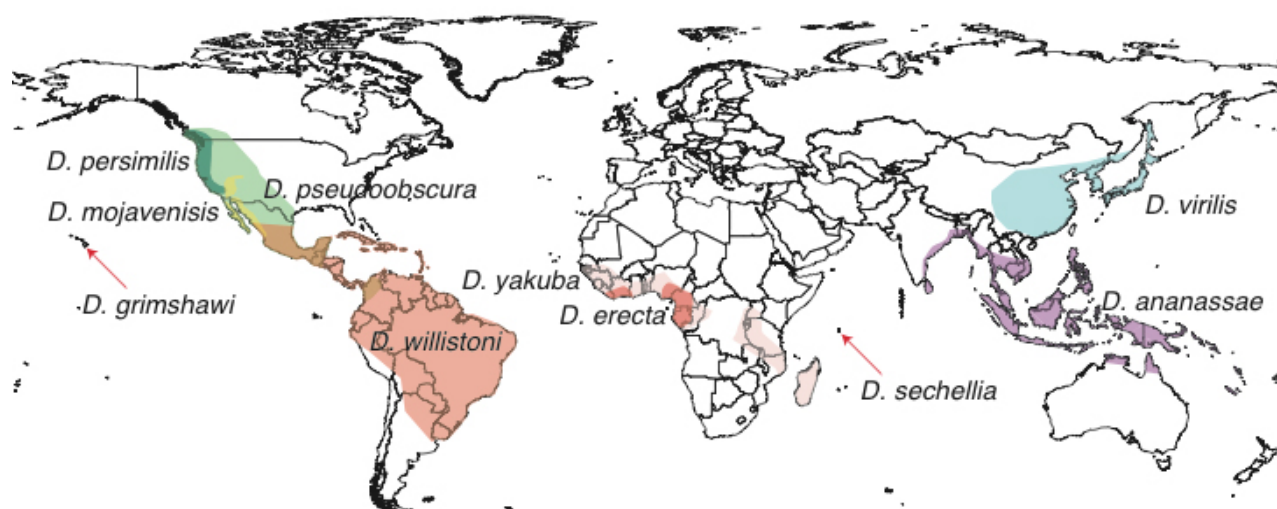


図1. ショウジョウバエ属10種の生息分布 同じショウジョウバエ属の種であっても生息環境は大きく異なる。なお、*D. melanogaster*は世界中に分布しているため本図には示していない。

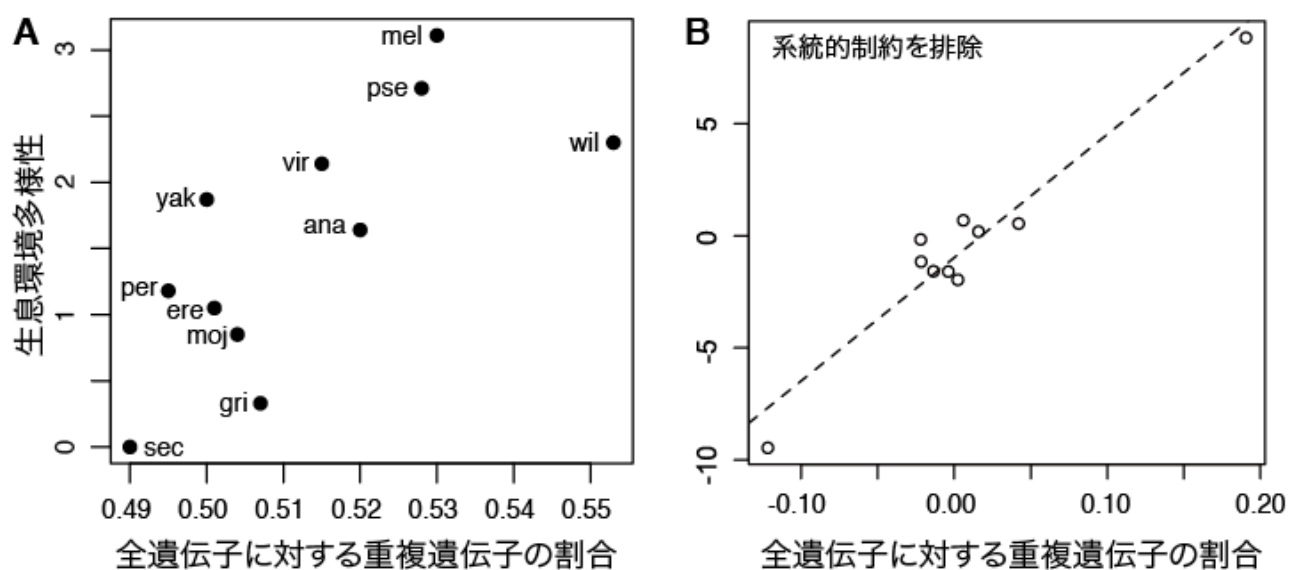


図2. 生息環境多様性と重複遺伝子の割合の関係 本図の生息環境多様性はケッペンの気候区分を用いて求めた。生息環境多様性が高いほど、様々な環境条件で生息していることを意味している（種名：図1参照）。生息環境多様性と重複遺伝子の割合には正の相関が観察され、重複遺伝子を多く持つショウジョウバエほど様々な環境に生息している。系統的制約を排除しても重複遺伝子の割合と生息環境多様性には正の相関が見られる。

本研究成果は(題目: Habitat variability correlates with duplicate content of *Drosophila* genomes)、英科学雑誌 “*Molecular Biology and Evolution*” の電子版（日本時間5月14日）に掲載されました。

(お問い合わせ先)

東北大学大学院生命科学研究科

担当：助教 牧野能士

電話番号：022-795-6689

メール：tamakino*m.tohoku.ac.jp

(*を@に置き換えてください)

ホームページ：<http://meme.biology.tohoku.ac.jp/klabo-wiki>